

山东省构造体系的成生发展历史^①

瞿友兰

(山东省地质科学研究所)

提要 本文用地质力学的观点,以构造体系的成生发展过程来反映山东地质发展历史,分别叙述了每个地质年代内,山东所处的构造应力场,各种构造体系的活动方式,以及它们活动所控制的沉积和岩浆活动。太古代至古生代山东主要受到了东西向构造体系的控制,形成了基底“地槽”和“地台”盖层。中生代以来主要受到了新华夏系的控制,此外尚有东西向构造和南北向构造体系的活动。在新华夏系活动的同时,还分别派生了一些大型的帚状构造、“S”型构造、入字型构造等。上述这些构造体系的成生发展过程,形成了许多拗陷、凹陷、断裂、褶皱等结构面;沿着断裂还侵入有岩浆,形成大小不等的各种岩体;同时控制形成了各种内生和外生矿产;在一些地方各种不同的构造体系还发生了联合和复合作用。新生代,尤其是新构造活动,各种构造体系的活动还控制了现代山川形势和地层及岩体的展布。

山东构造体系比较复杂,活动悠久,中新代以来所产生的构造体系活动特征清楚(图1);而前中生代的构造体系则不甚清楚,划分也较困难,有的是依据一些地质现象推测的,尚需进一步研究。

一、太古代—元古代

区内太古代属优地槽。鲁西发育泰山群,厚万余米。主要为一套经变质的碎屑岩和火山岩沉积。部分超基性熔岩与科马提岩相似,有些中基性火山岩与绿岩带中碱性火山岩相似。其内含有磁铁石英岩和磁铁角闪岩,形成了韩旺、苍山、东平等大型铁矿床。

鲁东的北部发育胶东群,下部以火山岩为主;中上部以碎屑岩建造为主,有沉积分异较好的大理岩和石英透镜体出现。其厚度以1.5万米至2万余米。该群全部经中高级区域变质作用。鲁东的南部发育胶南群,早期为火山碎屑夹泥砂质沉积;中期为火山—粉砂复理式沉积;晚期火山碎屑夹碎屑岩,并出现碳酸盐透镜体沉积,总厚一万余米。均经中级区域变质作用。其时代是太古代至早元古代,下亚群则属太古代。

鲁东优地槽的走向大致呈东西向,鲁西优地槽的走向也是东西向(后被改造),都是受古纬向构造的控制。在南北向地应力作用下形成地向斜—地槽,就在这些地槽中沉积了上述地层。由于地球早期地热梯度大,沉积物下降到一定深度,就会产生中、高级区域变质作用,因此上述三套同时异地地层的变质叶理有些应与原始沉积层理大致是相同的。当然

① 在成文过程中参阅了《山东地质志》(尚未出版)的资料。

本文1989年7月收到,10月改回。

后期改造叶理也是很发育的。

太古代末期,约 25 亿年前,在纬向构造南北向快速挤压下,鲁西泰山群和鲁东胶东群分别褶皱回返,形成了大量复式褶皱,稍后遭受不同程度的混合岩化作用。鲁西形成了莲花山、邹县等交代花岗岩体,它们都位于复式褶皱的轴部,稍后还有南苗山超基性岩体和徂徕山变闪长岩体的侵入。胶南地区遭受挤压相对弱些,褶皱回返所形成褶皱不太强烈。

大约在 25 至 22 亿年前,在纬向构造持续稳定但不太强的南北向挤压下,鲁东作为新的地向斜又重新下降,接受沉积。胶北接受了荆山群,胶南接受了胶南群上亚群的沉积。它们的原岩均为碎屑岩和碳酸盐岩,并夹有火山岩。经中、中高级的区域变质作用。

在约在 22 亿年前,由于纬向构造活动加剧,以强烈而快速的南北向挤压下,地向斜内沉积的荆山群和胶南群上亚群褶皱回返,又一次形成了东西向的复式褶皱。同时各地也有不同程度的混合岩化作用,并形成了雌山等混合花岗岩体。稍后又有梭罗树超基性岩体和岩脉的侵入。此时区内全部隆起,表现为古陆的进一步扩大,并遭受广泛的剥蚀。

大约在 22 亿—20 亿年前,早元古代晚期,在纬向构造作用下,鲁东沉积了粉子山群(胶北)和五莲群(胶南)。它们分别不整合在古老变质岩系之上。粉子山群下部有火山喷发;上部为碎屑岩,并出现厚度大,连续性好的石英砂岩和碳酸盐岩层,后经中级区域变质作用。五莲群发育二套变质的火山—沉积建造。它们的厚度分别为 4km 和 10km。鲁西的济宁一带也有局部的“济宁群”沉积,主要为变质的泥质岩石,大致可与粉子山群下亚群对比,因被覆盖,研究差。

大约在 20 亿年前,即早元古代末期,本区又遭受了一次强烈的南北向挤压活动,使上述地层褶皱回返,形成了大型开阔的东西向复式褶皱。它们除了经受了中级区域变质作用外,还有局部的混合岩化作用,在某些混合岩化中心,形成了交代的花岗岩,有玲珑花岗岩(广义)、鹊山、昆崙山花岗岩等。局部地方有基性和超基性岩的顺层侵入。鲁西地区除了使济宁群褶皱回返以外,泰安地区尚有普照寺闪长岩、中天门石英闪长岩、徂徕山花岗岩三次侵入。

经过上述三次构造旋回活动,山东基底逐步固结,最终得以完成。此时全区处于隆起状态,广遭剥蚀。中元古代纬向构造又一次活动,在强烈的南北向挤压力的作用下,在本区中部产生了古沂沭断裂,它作为剪切平移断裂,大规模的左行平移,强烈地改造了山东古老基底的展布,形成了鲁东和鲁西的巨大的牵引弧(图 2),并使古沂沭断裂带以韧性剪切带的面貌出现。

晚元古代青白口期,本区在大面积隆起的背景上,在纬向构造近南北向挤压下(由于某种因素的干扰,压应力大体与沂沭断裂带平行),沂沭断裂带在横张应力作用下微微张开,其内狭长断片下降,形成了沂沭海峡,沉积了土门群。其为的一套碎屑岩和碳酸盐建造,厚 1000 余米。早期断裂带两端分别有黑山官庄组、二青山组的沉积;中期佟家庄组沉积时,南北沟通,海峡形成;晚期是海侵稍退,但整个断裂带仍有浮莱山组和石旺庄组的沉积。海峡东海岸,因断裂活动被剥蚀或被年轻地层覆盖,边缘相是不清楚的。但西海岸的边缘相是清楚的。由于断裂带土门群的沉积,使辽宁和江苏、安徽一带的青白口系得以沟通,连成一片。

震旦纪于鲁东栖霞一带,在南北向应力的作用下,发育东西向的拗陷,沉积有蓬莱群。

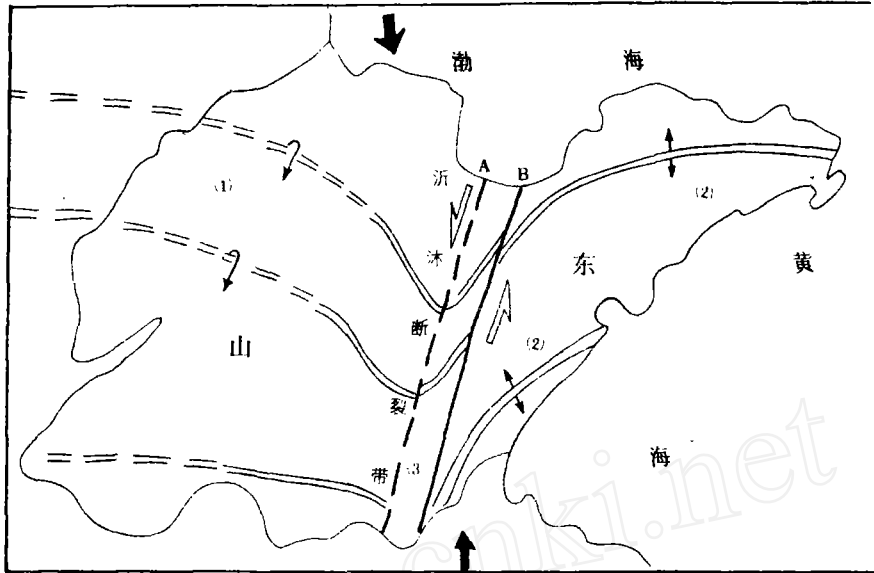


图 2 山东省中元古代构造应力场示意图

①鲁西弧形褶带；②鲁东弧形褶带；③韧性剪切带；A、郯鄏—葛沟断裂；B、昌邑—大店断裂

其为一套浅海砂页岩和碳酸盐建造，厚 4000 余米。元古代末期，在南北向挤压应力的作用下，形成了大型开阔的东西向褶皱。

二、古生代

自寒武纪起，山东被称为“地台”发育阶段。海侵从华南向华北发展，首先沿着沂沭断裂带引进海水，于断裂带内部及鲁西东部边缘有早寒武世沧浪铺期五山组沉积。其为一套碎屑—碳酸盐岩沉积，厚几十米。当早寒武世馒头组和毛庄组沉积之时，海水已向两侧扩大，鲁西广大地区与华北海盆连成一体。沉积有泻湖相碳酸盐岩、页岩、粉砂岩等。沂沭断裂带内当时亦为沉积中心之一。中寒武世徐庄组沉积之时，下部为泻湖环境，上部为潮下带和 underwater shallow beach environment, 分别沉积有粉砂质页岩夹粉砂岩和海绿石石英砂岩、页岩等。张夏期由南向北海水加深，沉积了鲕状灰岩、豹皮灰岩、页岩，反映了广阔动荡的沉积环境。晚寒武世崮山组为一套潮间至局限海高能环境下沉积的纸状页岩、疙瘩状灰岩夹竹叶状灰岩。长山组与崮山组沉积环境相差不大，是以潮间至水下浅滩为主的沉积。凤山期海水加深，振荡运动频繁，有隐晶质灰岩和豹皮灰岩、白云岩的沉积，并夹有竹叶状灰岩，一些“叶竹

砾石”外有氧化圈,反映偶尔达潮上环境。

继寒武纪后,连续沉积了中、下奥陶统。早奥陶世早期的纸坊庄期,为潮间—潮下高能带及开阔海底低能带交互沉积环境,沉积有竹叶状白云岩、厚层白云质灰岩,含燧石条带白云岩等。早奥陶世中期,怀远运动使本区短暂抬升,海水由南向北逐步退去。稍后又开始大面积下沉,接受了新的沉积。早奥陶世中、晚期沉积划分为四个组,构成了二个明显的沉积旋回,海侵高潮均以化学沉积为主。中奥陶世的沉积分为二个组,也构成了一个明显的沉积旋回。它们都是从潮上、海湾、泻湖环境过渡到湖下至开阔海环境。由于奥陶纪本区有较长时期处于海湾或泻湖环境,故有大量石膏等矿产发育。

中奥陶世末发生造陆运动,本区大面积抬升,长期遭受剥蚀,故缺失晚奥陶世、志留纪、泥盆纪、早中石炭世的沉积。晚石炭世本区又下沉,接受了多旋回海陆交互沉积。晚石炭世早期华北海由北东向南西,扬子海由南向北侵进,造成海洋生物混生区;晚期扬子海向北进一步扩展。此期气候温和,是我国重要的成煤期。其底部还有山西式铁矿和多层铝土矿的产出,成为我省铝矿的重要基地。

二叠纪本区海水全部退出,进入了陆相沉积的新时期。先后有山西组、石盒子组和凤凰山组的沉积。早期以湖沼相沉积为主,并有含煤岩系产出;中晚期以河流相沉积为主,仅局部夹煤线。二叠纪末全区隆起,广遭剥蚀。

本区古生代的沉积活动可能也是受到了纬向构造的控制。继土门群沉积之后,在南北向挤压下,沂沭断裂带又一次横张,引进海水,沉积了五山组。稍后,华北地块作为纬向构造的成分,大面积下沉,海水迅速淹没华北“地台”,接受沉积。由于上述稳定地块受到了南北向应力的作用,区内古生界岩相和地层等厚线大致呈东西向分布。另外还受到基底北西向张扭性古断裂(纬向构造的剪切面)轻微活动的影响,它们也控制了局部地区古生界岩相和厚度的变化。鲁东目前尚未发现古生界,但从沂沭断裂带该期活动很弱,鲁西东部缺失边缘相和胶莱拗陷莱阳组下部有古生界灰岩砾石来看,鲁东应有古生界的沉积,应为剥蚀缺失,是中生代大面积上隆的结果。

三、中生代

进入中生代,山东构造活动揭开了新的一页,构造活动强烈而频繁,差异性活动剧增。印支、燕山运动在山东形成了大量的拗陷、凹陷、断裂、褶皱和岩浆活动。这与古生代构造的宁静期形成了鲜明的对照,因此有人称之为地台“活化”。

从地质力学的观点来看,古生代山东的纬向构造活动幅度小,差异性不明显,以大面积升降活动为主,所以表现为“地台”时期。而中生代新华夏系及其派生构造强烈活动,不但活动频繁、幅度大,而且差异性活动尤剧,看来地台是“活化”了。

(一)新华夏系的活动

自三叠纪晚期起,中国东部大陆相对太平洋向南长期滑动,在我国东部形成了规模巨大的新华夏系。山东地处新华夏系第二隆起带和第二沉降带的交汇处。鲁东为第二隆起带,聊考断裂以西为典型的第二沉降带,中间地区为过渡带。

在新华夏系活动过程中,山东由古生代沉积环境,转变为长轴呈北北东方向的隆起状

态。只有聊考断裂以西的东明凹陷、寿张凹陷、德州凹陷作为新华夏系第二沉降带，继续长期下降，沉积了三叠系（仅聊城一带钻孔中出现）、侏罗系、白垩系。其东部广大地区长期隆起，仅由于其它构造体系的差异性活动迭加，而导至局部下沉，接受沉积（见后）。

三叠纪晚期在新华夏系应力的挤压下，隆起区各地块的上升幅度是不一致的（图 3）。鲁西侏罗系多以假整合或轻微不整合盖在石炭—二叠系之上，一方面反映该区是大面积不强的上隆，剥蚀缓慢；另一方面也反映了其内部差异性活动很弱。鲁东是属第二隆起区，上升剧烈，剥蚀也剧烈，其上古生界大多被剥蚀，广泛出露了前寒武纪地层。推测上升幅度大于 3km。

1. 沂沭断裂带

沂沭断裂带在中生代卷入了新华夏系，成为它极为重要的代表，对山东的构造活动起着极明显的控制作用。三叠纪晚期，它处于当时的新华夏系第二隆起带的中部，并与该隆起的长轴平行，故它以横张的型式出现，上盘下降，下盘强烈上升（图 3）。

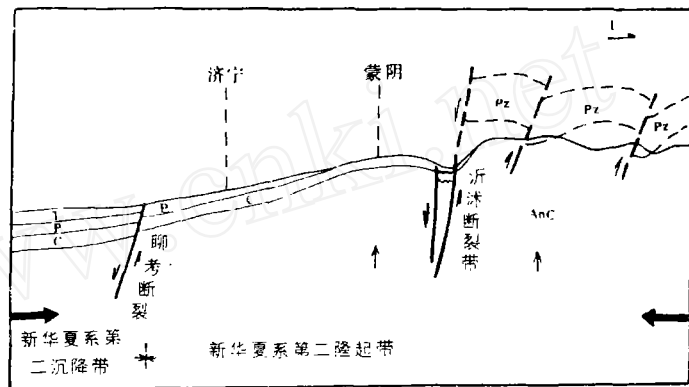


图 3 山东省晚三叠世构造应力场及构造体系活动示意图

侏罗纪开始，第二隆起带的隆起减

弱，新华夏系压扭应力直达沂沭断裂带，使其作左行压扭活动。断裂带内部因挤压而产生局部拗陷，仅坊子一带沉积有中下侏罗统坊子组，为一套湖沼相含煤建造，厚数百米。晚侏罗世因被进一步强烈挤压而褶皱上隆，暂遭剥蚀（图 4）。

白垩纪，断裂带虽为新华夏系重要成员，却作左行张扭活动，可能有二个原因，一是其深切地幔，引起对流，产生引张；二是它是郯庐断裂的中段，后者在平面上呈“S”型展布，活动后期，中段将派生出垂直于断裂走向的张力。虽然中国东部总的应力场不变，但因局部边界条件或应力的改变，就会导至局部应力场的改变。它的张性活动，使安丘—莒县和沂水—汤头断裂形成，并构成了马站—苏村和安丘—莒县地堑，其内沉积了白垩系青山组和王氏组（图 5、6）。

青山组为一套火山岩夹碎屑岩，厚 5000 余米。王氏组为碎屑岩，下部和上部为砾岩，中部为砂页岩，局部出现泥灰岩，厚近 2000m。因断裂各处下降幅度不等，白垩系岩相及厚度变化较大。

2. 其它的新华夏系断裂

山东境内北北东向断裂，无论鲁东还是鲁西均有发育。鲁西较大的有上五井断裂和淄

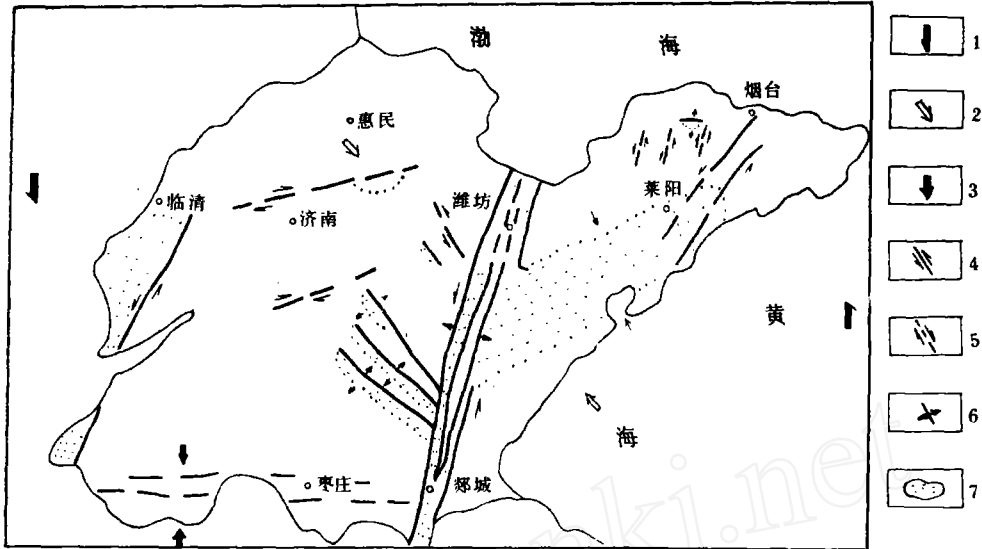


图5 山东省早白垩世构造应力场及构造体系活动示意图

1. 新华夏系扭动方向； 2. 新华夏系派生挤压方向； 3. 纬向构造挤压方向； 4. 断裂及其扭动方向；
5. 推测断裂及其扭动方向； 6. 张性断裂及其活动方向；7. 沉积盆地

沂沭断裂带作为新华夏系的重要成员,长期左行扭动,尽管在白垩纪由于其它原因,它表现为张性,但在此种应力场作用下,左行扭动是不变的,为此派生了众多其它的构造体系。

1. 鲁西帚状构造体系

该构造规模较大,是沂沭断裂带的一个重要派生构造。在鲁西,断裂带于侏罗纪左行扭动,派生了三条“多字型”断裂,即铜冶店—孙祖、新泰—垛庄、蒙山断裂,它们作正断活动(图4)。这些断裂可能是重接在古老北西向韧性断裂之上,前面已经提到过,这些早期的北西向断裂还曾影响了古生界岩相和厚度的局部变化。早期,断裂上盘下沉,接受了汶南组,为一套河流相沉积的砂砾岩;晚期断块继续下沉,幅度较小,沉积了分水岭组,为河湖相的砂页岩夹薄层泥灰岩。

早白垩世,沂沭断裂带继续左行扭动,致使三条断裂向两端扩大,最终与沂沭断裂带相交。在其上盘上继续沉积了以火山岩为主的青山组,其沉积范围大大超过了其下侏罗系的分布。晚白垩世,沂沭断裂的左行扭动,引起了尼山穹窿的顺时针旋转上升(图6)。在其外围,复合归并了上述三条断裂和某些泰山式断裂,形成了一个压扭性帚状构造。使三个

侵入,导致了大量金矿床的形成。郭家岭期的岩体,同位素年龄值,大多为中晚侏罗世。

该体系的招平断裂在左行扭动过程中还派生了一个小型“玲珑帚状构造”(图 4)。它为左行张扭性的帚状构造。组成它的 9 条主要断裂向北东收敛,向西撒开,并控制了玲珑金矿田内含金石英脉的分布。

3. 鲁东入字型构造体系

中生代鲁东是新华夏系第二隆起区。晚侏罗世至白垩纪,由于沂沭断裂带的左行扭动,在该地派生出一个在隆起背景上发育起来的、规模巨大的“入字型”构造体系(图 4、5、6)。

在该体系发育过程中,正向隆起的胶北、胶南地块一直上升并被剥蚀。在负向胶莱拗陷中沉积有上侏罗统莱阳组、白垩系青山组和王氏组。莱阳组由砾岩、砂岩、页岩等组成,上、下部位沉积物粗,中部变细,为一完整沉积旋回。青山组为火山岩,有三大喷发旋回;其内含有金、银、铜等金属矿床和膨润土、沸石、珍珠岩等非金属矿床。王氏组也是一个由粗→细→粗的完整沉积旋回;地层以红色为主,含多种化石,尤以恐龙化石最为著名。三组厚度之和可达数千米—1 万米。

因派生应力直接作用于胶南隆起,其上升幅度大,胶莱拗陷沉积中心不断向北西方向迁移致使王氏组直接超覆在胶北隆起之上。胶莱拗陷的南缘受胶南隆起的影响,晚期亦成为古陆,早期(J_3 、 K_1)的沉积物被剥蚀。沂沭断裂带的昌邑—大店断裂此时活动极弱,使胶莱拗陷与安丘—莒县地堑沟通,成为统一的白垩纪沉积盆地。胶南隆起上升的最大幅度约有 10km。并先后导致艾山阶段的石场岩体、铁颛山等岩体和崂山阶段的崂山岩体、大、小珠山等岩体,沿着纵张断裂上升,并于横张断裂定位。

(三)华夏式的活动

仅鲁东发育,以牟平—即墨断裂带为代表。它是一条古老的基底断裂,对胶北前寒武系分布有很大的区划性。对于它在中生代的活动有三种看法:1. 因新华夏系沿古老断面发育,故方位有偏差;2. 它是沂沭断裂带的左行扭动而派生的次级多字型构造;3. 华夏式构造。暂归华夏式构造体系。据笔者看第二种可能性是很大的,无论那种看法均反映了它具有左行、压扭的活动特征。

该体系从晚侏罗世至早第三纪有过多次活动。除了对胶莱拗陷北东部的沉积有较大干扰外,并对燕山期的牙山、院格庄等岩体的侵入的控制作用,后期活动又切穿并使其有较大距离的左行位移。

(四)纬向和区域东西向构造体系的活动

山东纬向构造仅发育于鲁南,西部被覆盖,东部枣庄、洙边、坪上有零星出露,称秦岭纬向构造的北支。区内虽然区域东西向构造较多,但规模小,且分散。它们都是南、北向地应力作用的结果。

纬向构造自太古代就有活动,控制泰山群沉积和褶皱回返,并使其构造线呈东西向展布。侏罗纪又开始强烈活动,在南北向的挤压下,形成了一些东西向拗陷(金滕凹陷)和隆起(丰沛凸起等)。拗陷内沉积上千米侏罗系。在其横张作用力下,还形成了南北向的成武凹陷和济宁凹陷,其内亦沉积有侏罗系(图 4)。白垩纪因受南北快速而强烈地挤压,使拗陷内侏罗系褶皱上升,并遭剥蚀;同时还产生了大量的东西向断裂,如崑山断裂、单县断

裂、鱼台断裂等。此时纬向构造基本定型。

(五)南北向构造体系的活动

它是山东最弱的构造体系,以不连续的断裂组成。它多在中生代晚期,尤其是晚白垩世活动。主要有惠民庄、三山店—彭家岚、金山—姚家峪、老母猪河等断裂组成。它们既不控制岩浆活动,也不控制地层的沉积,是短促的,东西向挤压而造成的。有的如金山—姚家峪断裂还是重接在鲁西帚状构造的张面上形成的。

四、新生代

新生代开始山东各地块、断块、的差异性活动愈加明显,早第三纪的剧烈构造活动奠定了山东构造的基本格架,并对现代地层、岩体的分布、地貌、山川形势起了控制作用。晚第三纪以来,差异性活动减弱,而以大面积升降运动为主,并伴有玄武岩火山喷发和陆相沉积。

(一)新华夏系的活动

新生代,新华夏系继续活动,依然占据主导地位。早第三纪,第二隆起带和第二沉降带的位置基本未变,聊考断裂以西继续有下第三系的沉积,这与中生代没什么差别。晚第三纪以来,第二沉降带拗陷加深,沉积范围扩大,鲁北、鲁西南这时也下沉接受上第三系的沉积,并与华北连成一片。上第三系馆陶组 and 明化镇组不整合盖到下伏地层之上。这种古地理状态,一直延续到第四纪。

1. 沂沭断裂带

由白垩纪的左行张扭,转变到新生代的左行压扭,改变的原因可能仍是二条。1)白垩纪产生的地幔对流消失,不再产生引张,新华夏系压应力直达断裂带;2)因扭动而派生张力减弱,压应力大于派生张应力,显示了新华夏系的本色(图7)。

断裂带强烈的压扭活动,改造了早期张性结构面,而以广泛发育压性为特征,以典型“压性”正断层面貌出现。此次新产生的结构面则都以压扭性逆断层为特征。

强烈压扭活动主要沿着郯鄯—葛沟、沂水—汤头断裂进行。使这二条断裂破碎强,断距大,而且夹于其间的马站—苏村地堑内白垩系构造变动剧烈,缩短量比安丘—莒县地堑大得多。沂水县城附近马站和苏村地堑交接处的地堑“基底”因挤压而被抬升露出地表。安丘—莒县、昌邑—大店断裂的压扭性活动显然较弱,中生代时它相当一部分被白垩系所覆盖,早第三纪的压扭活动主要在深部进行,地表的位移很小,据其穿切上覆白垩系的程度不同,可有多种表现形式。昌邑—大店断裂中、北段,以揉皱带出现,地表无位移可言。以至安丘—莒县地堑和胶莱拗陷内白垩系至今仍相连。因此安丘—莒县地堑内白垩系变动亦弱,多以大型、开阔、对称向斜出现,两翼倾角都在 20° — 30° 以内。地堑内白垩系保存亦好,地堑“基底”深6—7km,而马站和苏村地堑的“基底”只有1—2km深,反映了后者内的白垩系因挤压而大幅度上升。

晚第三纪,断裂带活动明显减弱,北部有大量玄武岩沿断裂带喷发,并覆盖在其上,玄武岩层几乎没什么变动,呈水平产出。长期以来作为巨大地块的边界作用消失。

第四纪,断裂带受近东西向次级隆起所叠加,中部上升,南、北两段下降。中段上升可

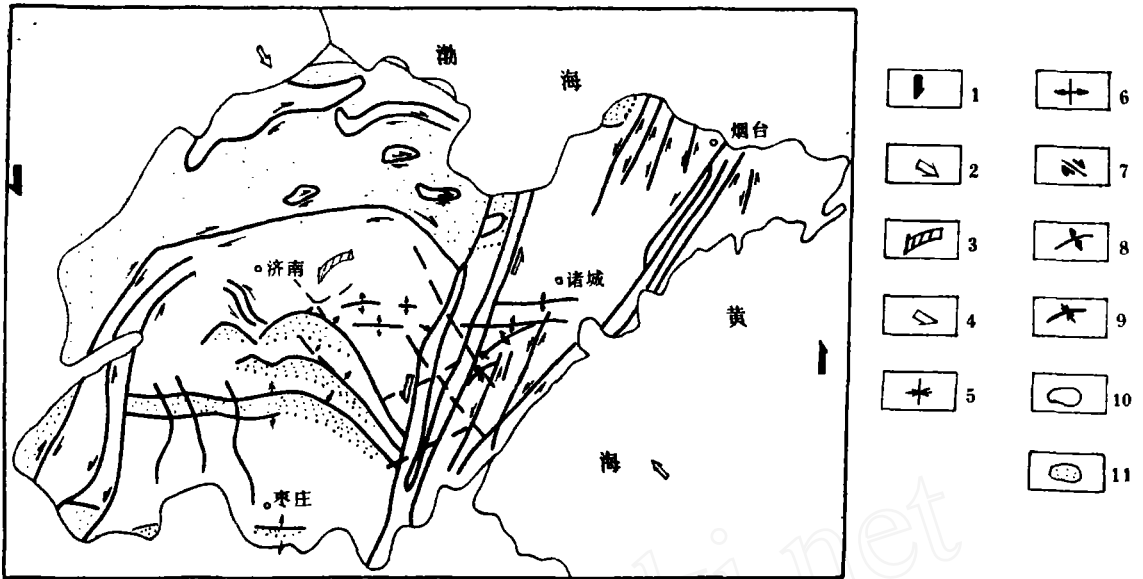


图7 山东省早第三纪构造应力场及构造体系活动示意图

1. 新华夏系扭动方向; 2. 新华夏系派生压力方向; 3. 鲁北帚状构造磁柱旋转方向; 4. 沂沭断裂扭动方向;
5. 压性断裂; 6. 张性断裂; 7. 剪性断裂及扭动方向; 8. 背斜; 9. 隆起地块; 10 沉积盆地

达数百米,使上第三系广遭剥蚀而残存在山顶;北部潍河向北注入渤海;沂河、沭河向南注入黄海。第四纪断裂深部仍有些活动,成为我国东部有名的地震危险区。局部地段,尤其是断裂带南部,多处见白垩系王氏组逆冲在第四系之上。

在新华夏系沂沭断裂带早第三纪活动的同时,鲁东和鲁西同方向的新华夏系断裂均有不同程度的活动,有些切割了王氏组和燕山晚期的岩体;巨野和曹县断裂利用了纬向构造的张面,发育成“S”型断裂。

2. 新华夏系的配套断裂

新华夏系两组共轭断裂,中生代有过活动,但规模不算大。早第三纪则强烈活动,有些是新生的,有些重接有早期断面上。其呈明显的“X”断裂系统斜切沂沭断裂带,这在卫照上特别清楚。有的水平错距可达10km。个别断裂活动还改造了鲁西帚状构造,于弧顶部位按其固有的方向继续直线延伸。“X”断裂强烈活动应在早第三纪晚期,是在沂沭断裂带大规模错动稍后进行的(图7)。

(二)新华夏系沂沭断裂带派生构造体系的活动

1. 鲁北帚状构造

鲁北有中生界发育,它虽作为新华夏系第二沉降带的一部分而接受沉积。早第三纪鲁北帚状构造活动时,把它卷入自身体系之中。

早第三纪,沂沭断裂带强烈左行平移,引起鲁西地块逆时针旋转上升,在其北部形成三个压扭性旋回层,由南而北,分别为济阳拗陷、埕宁隆起、黄骅拗陷(图7)。在拗陷中沉

积有巨厚的下第三系。因地应力由砥柱向旋回层传递,故地层和生油层均由南向北逐步迁移。早期济阳拗陷南缘发育孔店组,厚1200—2000m。稍后又沉积了沙河街组四段。再后随着砥柱的侧向压力加大,该区隆起并遭剥蚀,并在其北部产生新的拗陷,沉积中心亦向北迁移。东营凹陷内沙二、沙三段成为主要生油层,厚1500—2000m;到沾化、车镇凹陷沙二,沙三段只有300m,而东营组和沙一段加厚到1000m至1500m,成为新的生油层。晚第三纪该帚状构造旋回层停止活动后,被上第三系覆盖。

鲁西作为巨型砥柱上升,使该地成为构造穹窿,古生界围绕着太古界分布,倾角在 10° 以内,据概略推算,中心部位可上升10公里左右。由于巨型砥柱的强烈上隆作用,位于其中心部位的三条弧形断裂(鲁西帚状构造的成分)被动“复活”,呈同心圆状正断活动(图7)。穹窿中心部位隆起最强,剥蚀最剧,露出了泰山群;被剥蚀的物质就堆积在弧形断裂的上盘,因此凸起和凹陷均为弧形分布;凸起上的泰山群和古生界与凹陷中的官庄组、汶口组均呈弧形分布;官庄组下部以山麓相堆积为主(1000—3000m);中部为河湖相砂页岩(近千米),含有油页岩、岩盐、自然硫;上部为山麓相堆积(1000余米)。反映了不同时期隆起和断裂活动的强度。官庄组下部砾石的原岩多为上古生界,上部砾石的原岩多为下古生界和泰山群,反映了断裂边断近源沉积的特点。汶口组主要发育于大汶口凹陷和肥城凹陷内,这一段层位相当于官三段。汶口组的三段岩性与官庄组的三段岩性相似明显受断裂活动控制。从官庄组变到汶口组反映了上述凹陷沉积由东向西的迁移,这与应力由沂沭断裂带向西传递可能有关。这一时期由于鲁北帚状构造的巨型砥柱大幅度上升,鲁西断裂的差异性活动剧烈。地形高差大,形成了蒙山、四海山、沂山、泰山等山脉,直接影响现代山川之分布。值得一提的是鲁西帚状构造的汶泗凹陷,其走向呈东西向分布,可能还受到了区域东西向的联合作用,共同控制了它的沉积。

鲁西巨型砥柱的逆时针旋转上隆还派生了压扭性的长清—泰安反“S”型构造体系的成生(图7)。该体系主要由断裂构成,其活动还控制了该处的现代山川分布,这在卫照上特别清楚。

2. 鲁东入字型

早第三纪,因沂沭断裂带快速强烈左行压扭活动,使鲁东派生出的北西—南东的侧向压力也短促而剧烈,致使胶莱拗陷内中生界被褶皱上升,并遭剥蚀。褶皱呈较开阔的北东走向复式褶曲,因被沂沭断裂带牵引而呈略向北西凸出的弧形展布(图7)。晚第三纪以来,因沂沭断裂带基本停止活动,鲁东入字型也终止了活动,鲁东作为新华夏第二隆起带,整体被抬升。

(三) 华夏式构造体系的活动

继中生代之后,早第三纪仍有较大的左行平移活动。它错切燕山晚期岩体的断距可达10—17km;并切割了胶莱拗陷北东端的中生界,使之褶皱和断裂。晚第三纪以来,与沂沭断裂带一样,活动微弱,或者不活动。

(四) 纬向构造及区域东西向构造体系的活动

早第三纪,纬向构造体系也有较大的活动,此时主要是拉伸而产生的引张活动,其中一些规模较大断裂的正断活动,在其上盘沉积了下第三系。它和断裂一样都呈东西分布,例如韩庄四户凹陷所控制的下第三系就是东西向展布的。与纬向构造伴生的早期张性嘉

祥、孙氏店、峰山断裂,此时也有轻微活动,它们切割了汶泗凹陷,并影响了其间下第三系的厚度,分别构成三个等厚线能圈闭的次级凹陷。晚第三纪,随着新华夏系第二沉降带的扩大,该处和鲁北一样被上第三系不整合覆盖,并延续到第四纪。

区域东西向构造在早第三纪有较大规模的活动,并最终定型(图7)。莱芜—沂源—胶县区域东西构造带重新活动,并以较大的断裂形式出现,控制了部分喜山期基性、超基性岩脉的贯入;中段的贾悦东西向断裂切割了沂沭断裂带;东部的胶县(胶州)、百尺河—廿五里 N 断裂切割了胶莱拗陷内的中生界。此外胶北的黄县(龙口)凹陷、太原凹陷,鲁西的汶泗凹陷,都有下第三系的沉积,都受区域东西向构造的控制。蓬莱地区晚第三纪—第四纪的玄武岩喷发也是受到了区域东西向构造的控制。

www.cnki.net

GENERATION AND DEVELOPMENT HISTORY OF THE STRUCTURAL SYSTEMS IN SHANDONG

Qu Youlan

(*Shandong Institute of Geological Sciences*)

Abstract

From a standpoint of geomechanics, the paper depicts the geological development history of Shandong by showing the generation and development of its structural systems. Separately, the structural stress fields Shandong was in, the activity modes of the various tectonic systems, and the sedimentary and volcanic activities under their control in each geological time were addressed.

From the Archaean to the Palaeozoic, Shandong was controlled predominantly by the E-W extending structural systems, and the basement geosynclines and platform sedimentary covers were formed. Since the Mesozoic, Shandong was controlled predominantly by the Neocathaysian System; in addition, there were activities of the E-W and N-S extending structural systems. Along with the activities of the Neocathaysian System, a number of large brush-, S- and λ -shaped structures were derived. During the generation and development of the above-mentioned structural systems, many structural planes, such as sags, subsidences, faults and folds were formed; magmas were intruded along the faults, forming rock bodies of various sizes. Meanwhile, structural systems controlled the formation of endogenous and exogenous mineral deposits of different sorts; in some places, various structural systems came to be combined and compounded. During the Cenozoic, activities, especially the neotectonic ones, of various structural systems, controlled the extension and distribution of the stratigraphy and rock bodies and shaped the mountains and rivers.