

于慎谔、赵俊香、杨承先, 2012, 太行东断裂的性状与分布, 中国地震, 28 (1), 78 ~ 87。

太行东断裂的性状与分布

于慎谔 赵俊香 杨承先

中国地震局地壳应力研究所, 北京市德外西三旗 100085

摘要 分布在太行山东麓的新生代断裂, 主要有早第三纪 NE 向保定-石家庄断裂带、太行山南端的新生代 NNE 向汤东、汤西断裂带, 均为倾滑兼右旋走滑断裂。前者经人工地震探查为白垩纪-渐新世早期形成的断裂, 之后, 在地层中未发现明显的活动记录。后者形成于始新世-第四纪, 由错列的汤东、汤西断裂组成, 作右阶排列。在断裂间出现反向调节性凸起带——NNE 向大赉店凸起。需特别强调的是, 汤东、汤西断裂带活动性很强。而在石家庄-安阳间的山前地带不存在大尺度的新生代断裂, 构造上为太行隆起的东斜坡带。

关键词: 太行东 新生代断裂 倾滑兼右旋走滑 隆起 断裂活动性

[文章编号] 1001-4683 (2012) 01-078-10 **[中图分类号]** P315 **[文献标识码]** A

1 构造轮廓

传统上认为太行山东麓存在一条隐伏的大断裂, 即于太行 (山) 东断裂, 它是分隔太行隆起与华北平原之间的界线。华北平原的主要构造是早第三纪的断裂及其由引发的箕状断陷, 而晚第三纪-第四纪时, 因热沉降形成坳陷, 地层产状近于水平, 除边缘地区外, 平原的主体没有区域性的大尺度变形, 因此平原的构造主要是早第三纪构造, 太行东断裂自然应是早第三纪断裂。推断断裂的性质应是向东倾的正倾滑断裂, 导致处于下盘的太行山上升, 上盘的华北平原下降。有的研究者认为, 断裂的形成开始于白垩纪, 保定-石家庄段属于大型拆离滑脱构造, 第四纪时已不活动 (徐杰等, 2000)。也有研究者认为, 断裂带的主体形成于早第三纪, 晚第三纪至第四纪仍在强烈活动 (江娃利等, 1984)。现根据区域性重、磁资料及山前地震反射剖面的分析, 尤其对反射层的层、组进行沉积剖析后发现, 太行山东断裂是生长断裂, 现将该断裂的地质历程表述于下:

太行 (山) 隆起, 走向 NE-NNE, 北起北京, 南止于河南新乡。隆起在总体上向东仰起、向西缓缓倾伏。由于仰起, 将山西地块抬升为高原, 构成中国地貌上的第三台阶。太行山隆起, 大体以石家庄为界, 分为南北两段, 北段山体走向为 NE, 南段走向为 NNE。北段的东麓在白垩纪-早第三纪渐新世早期存在一条 NE 向大断裂带, 为西倾的倾滑兼走滑断裂。而南段仅在安阳-新乡一线存在错列的 NNE 向新生代断裂带 (图 1), 其性状为倾滑兼走滑。

[收稿日期] 2010-09-19

[项目类别] 地震行业科研专项 (200908001)、中央级公益性科研院所基本科研专项 (ZDJ2010-24, ZDJ2007-44) 共同资助

[作者简介] 于慎谔, 男, 1957 年生, 副研究员, 主要从事地震地质研究。E-mail: shene_yu@yahoo.com.cn

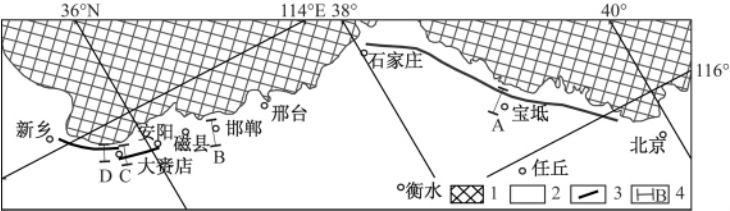


图 1 研究区断裂分布图

1. 太行山区;2. 华北平原区;3. 断裂;4. 地震剖面位置与编号

1.1 构造的航磁显示

太原-石家庄古构造带表征为近 EW 向的航磁负异常带,是深部结晶基岩中古构造的反映,这一航磁异常带向东延至冀中。山西地质专家认为它是古裂谷构造,石油地质专家认为是古断裂带。它将太行构造分隔为南北两个部分,北部在上太古界下段阜平群的基础上有五台群分布,南部在上太古界的基础上出现下元古界滹沱群,该近 EW 向构造带对寒武系乃至中生代构造均有一定影响与控制作用(周永娴等,1989)。

北部的太行东断裂上、下盘的磁性体磁力线总体均为 NE 走向,但形态迥然不同。下盘的磁性体小而密集,上盘则磁力线较为舒缓,磁性体分散,出现与重力场相一致的规律。而南部的磁异常呈 NNE 走向,在石家庄-安阳段的太行山麓两侧磁性体是连续的(图 2)。

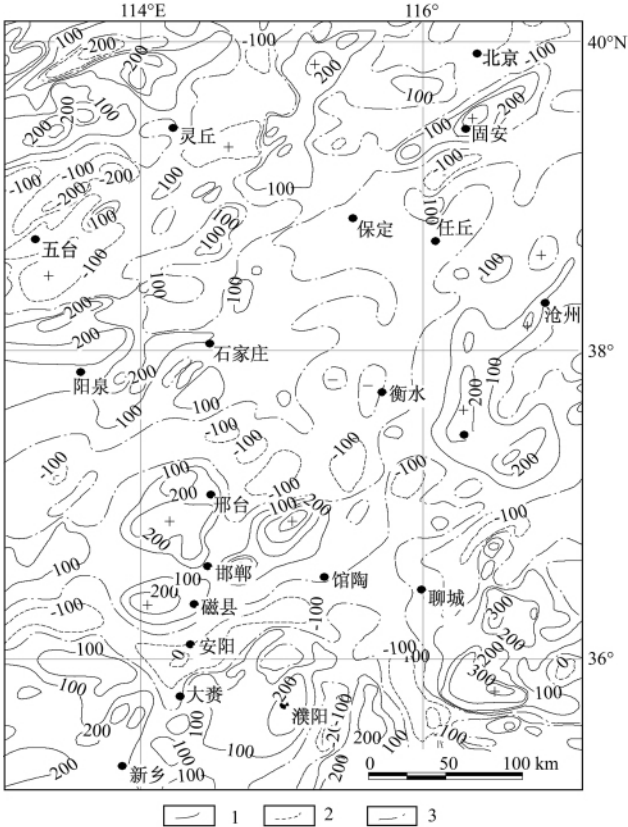


图 2 太行山及其东侧航磁异常图(朱英,2004)

1. 正异常等值线;2. 负异常等值线;3. 零值线;单位:nT,等值线间距 100nT

1.2 构造的布格重力显示

太行东布格重力异常在布格重力图(图 3)上呈清晰条带状,它是纵贯中国东部的 NE 向重力梯度密集带的一段,这一重力梯度密集带总体上是地壳厚度急剧变化带的反映,在太行北段的密集带上也叠加了断裂的成分。

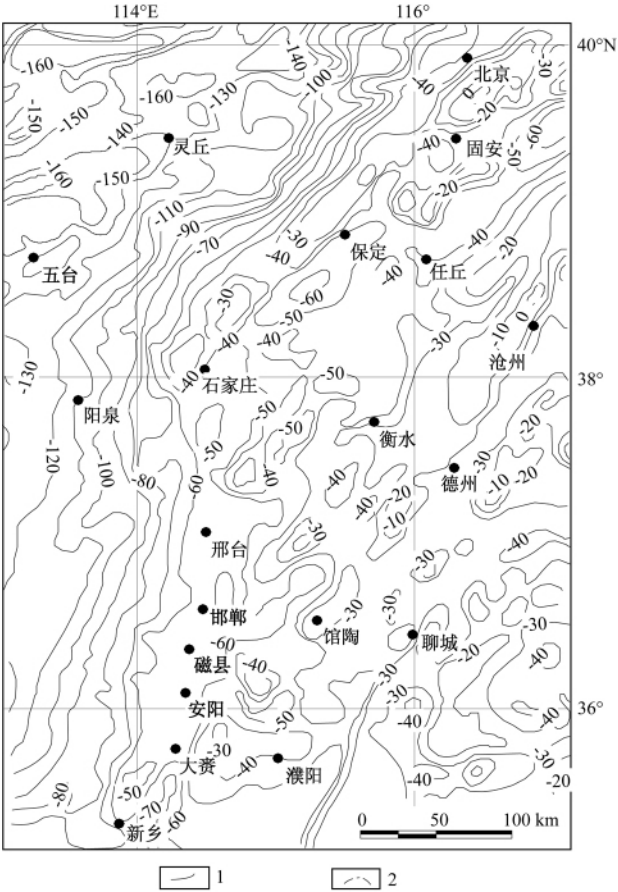


图 3 太行山及其东侧的布格重力异常图^{①②}

1. 负异常等值线;2. 零值线;单位:mg,等值线间距 10mg

早第三纪太行东断裂,在布格重力异常上表征为 NE 向连续的重力梯度密集带,大体上沿京石铁路线展布而不在今天的山麓地带,早第三纪时的山麓经长期的剥蚀已向后(向西)退缩。

沿断裂带做过许多人工地震剖面,如保定人工地震剖面。在讨论地震剖面之前,为了便于论述,将第三纪地层层序划分及其名称、符号等列于表 1。

① 国家地震局物探队,1977,华北平原布格重力异常与震中分布图,中国地质图制印厂
② 国家地震局物探队,1977,山西高原布格重力异常与震中分布图,中国地质图制印厂

表 1 华北平原区第三纪钻井地层的组、段名称及其代号					
地层时代			地层组、段名称		
界	系	统	组	段	代号
新生界	上第三系	上新统 中新统	明化镇组		Nm
			馆陶组		Ng
	下第三系	渐新统	东营组		Ed
			沙河街组	一段	Es1
				二段	Es2
				三段	Es3
				四段	Es4
		始新统	孔店组		Ek

2 北段的太行东断裂——保定-石家庄断裂

NW 向的保定剖面(图 4)垂直构造走向,西侧是太行东大断裂,东侧是高阳隆起,中部是箕状断陷,其中沉积了白垩系、下第三系地层。沉积基底是元古界震旦亚界、白垩系,始新统-渐新统的沙河街组三段沉积呈楔型,向断裂侧地层沉积厚度渐次增厚,向坳折侧减薄,表明地层沉积受断裂控制。随后地区构造环境发生变化,使后期发育的渐新统沙河街组一、二段——东营组地层沉积厚度急剧减小,逐次自断裂侧退复,并向隆起侧披复。上第三纪系-第四系平铺且超覆于先期不同构造单元之上。断裂控制沉积,沉积也记录了断裂的活动历程。地层沉积特点提示该地段太行东断裂在白垩纪、始新世-渐新世早期控制的断陷沉积特点为楔型沉积,说明当时断裂活动强烈,此后构造运动形式发生逆转,进入到渐新世中晚期断裂活动趋于停止。

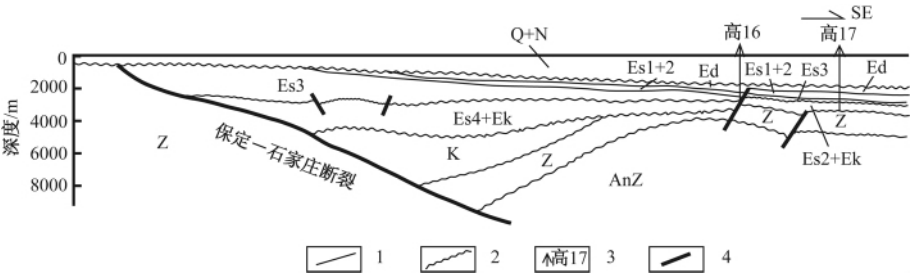


图 4 保定地震反射剖面图(A 剖面)(资料来自原华北石油管理局)

1. 地层整合界线;2. 地层不整合界线;3. 钻孔位置及编号;4. 断裂

地震剖面揭示,自渐新世中期开始断裂停止发育,断裂下盘随之上隆,隆起导致的地块水平向短缩必然引起断裂的挤压。表现在地震剖面中孔店组-沙河街组三段的楔型沉积体在主断裂侧出现的不是通常的下倾,而是上仰,这种异常可能是断裂的上盘由下滑转变为向上逆冲,楔型体沿断面上冲所致。表明该断裂在渐新世早期,曾一度由正倾滑转变为逆倾滑,属于正反断裂(Williams et al, 1989; 周祖翼, 1994),也表明此时的冀中断陷经历了一次大的构造变动(吴继龙等, 1989)。

有的研究者认为,北段是早第三纪的滑脱拆离构造(徐杰等, 2000);也有研究者认为,根据保定-石家庄断裂的形成始于白垩纪及其向下变缓的性状,结合冀中的河间、饶阳断陷

东缘的一系列晚中生代的向东的叠瓦状逆冲断裂,可认定在晚中生代时,介于太行隆起与沧州隆起之间的整个冀中坳陷在横向上为一 EW 向滑脱拆离构造,向东倾滑的保定-石家庄断裂为其后缘,河间、饶阳断陷东缘西倾的一系列逆滑断裂为其前锋(孙冬胜等,2004)。

3 太行南段的东斜坡带

南段的石家庄-安阳一线,在布格重力异常形态上,沿太行山东缘展布的 NNE 向重力线疏散而不密集,而在山麓与平原的过渡带上,存在一系列重力高与重力低,这些重力构造从太行隆起延续到平原,它在山麓可能是上第三系-第四系掩覆下的山前的残山。因此在南段除安阳-新乡段存在断裂外,基本上是太行隆起的东斜坡。现将与山麓垂直的地震剖面叙述如下:

NW 向的沙河地震剖面(图 5)位于 NNE 向邯郸断陷的西部。地震活动揭示,西侧是太行隆起的东斜坡,东侧是邯郸断裂。断陷中沉积了新生代地层,下第三系沉积向断裂侧倾斜,地层增厚,向斜坡侧减薄,具有楔型堆积特点。剖面上的第三系沉积体受到次级同向、反向生长断裂的“扭曲”和“干扰”,改变了楔型堆积体的几何形态,总体上地层向西呈尖灭、超覆的状态。东侧的东营组显示明显的楔型堆积特点。沉积显然受断裂控制,同时,沉积也记录了断裂的发育过程,而上部的上第三系-第四系近于水平地上覆于断裂和早期沉积地层之上。与北段的太行东断裂不同,该断裂构造段落不是分隔太行隆起与华北平原的构造分界断裂,而是发育在平原内部的早第三纪断裂。太行隆起以斜坡带形式与平原衔接,在隆起与平原分界线两侧的基岩地质图上,可看出古生代-中生代地层是连续的,该段落不存在大、中型断裂。

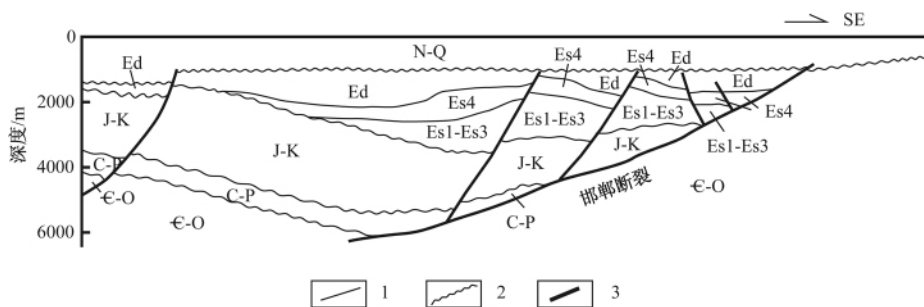


图 5 沙河地震反射剖面(资料来自华北石油管理局)

1. 层整合界线;2. 地层不整合界线;3. 断裂

4 安阳-新乡段的汤东、汤西断裂带

在叙述汤东、汤西断裂之前,需先了解汤阴断陷。汤阴断陷位于太行山南端的东麓,呈狭长形,走向 NNE,北起安阳断裂的北端,南止于新乡附近的榆林凸起(图 6)。构造上它是夹持于太行隆起与内黄隐伏隆起之间的断陷,时代为第三纪,为弱地震带。

汤阴断陷的布格重力异常显示,东缘的 NNE 向重力梯度密集带展布在安阳北-大赭店,呈舒缓蜿蜒状,为汤东断裂的反映。在西南有另一条 NNE 向重力梯度密集带,展布在大赭店-新乡之间,为狭义的汤西断裂带的反映,这两条断裂是作右阶排列的右旋断裂带。在中

部存在重力低,为汤阴断陷的反映。

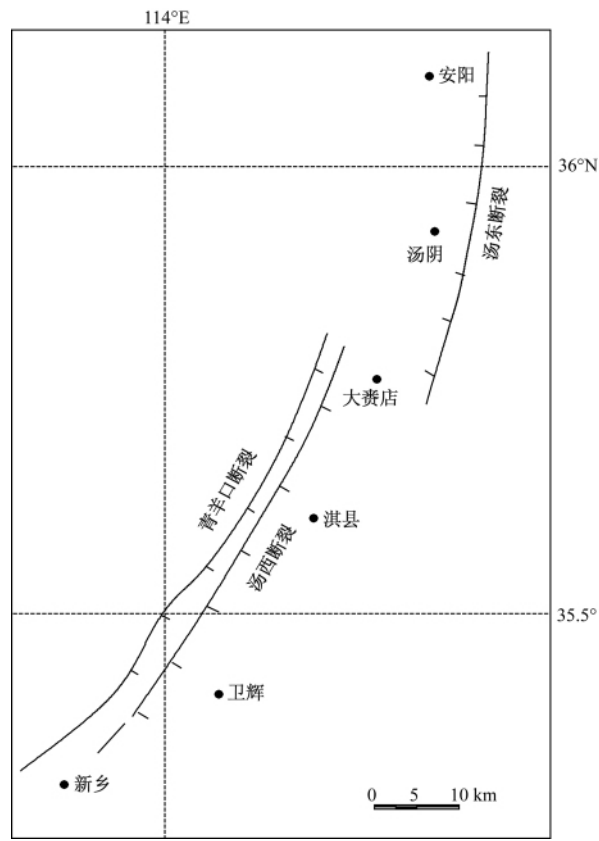


图 6 汤阴断陷断裂展布图

4.1 汤东断裂

断裂走向 NNE,倾向 NW,为具走滑性质的倾滑断裂,断裂的下盘地貌上表现为四十五里岗的岗垄,岗垄呈 NNE 向,由上第三系的棕红色砂砾岩组成,断裂上盘的沉积为上、下第三系,沉积基底为三迭系。沉积向断裂侧增厚,向拗折侧减薄并逐次超复,构成楔型,显然是受汤东断裂控制的箕状断陷,也说明汤东断裂是第三纪生长断裂并伸入第四系,结合沿断裂形成的条形凹地及水系分布,推断第四纪依然活动(图 7)。

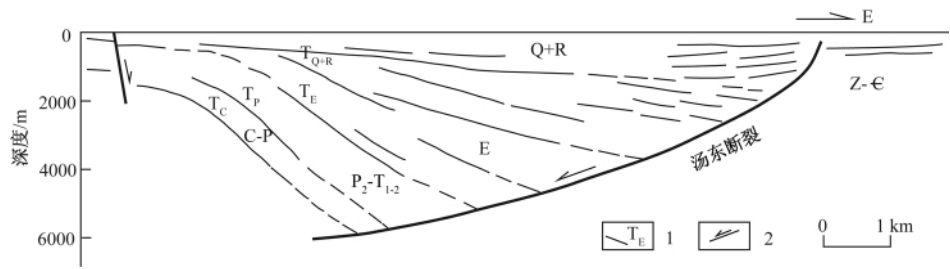


图 7 汤东断裂地震反射剖面(C 剖面)(据河南省煤田地质勘探局资料,略加修改)
1. 地震反射界面;2. 断裂

4.2 汤西断裂带(图 8)

走向 NNE, 倾向 SE, 由两条近于平行的东倾断裂组成, 即狭义的汤西断裂与青羊口断裂。

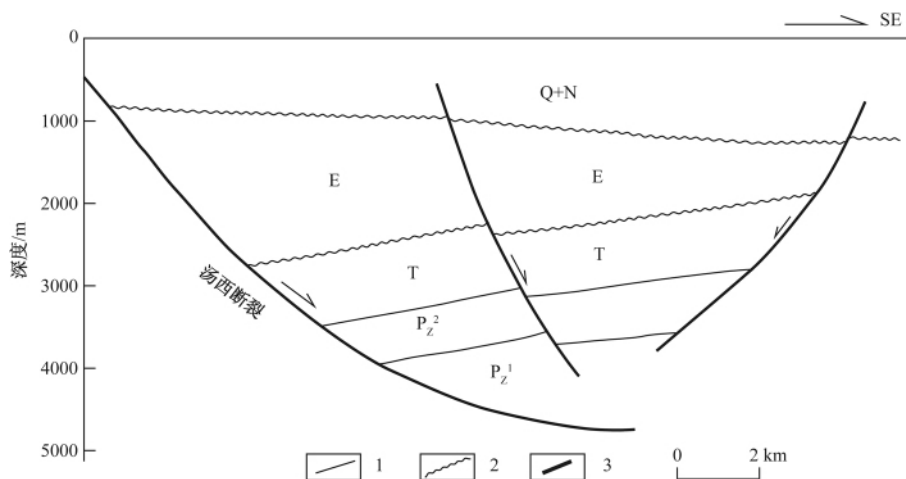


图 8 汤西断裂地震副反射剖面^③

1. 地层整合界线; 2. 地层不整合界线; 3. 断裂

(1) 狭义的汤西断裂隐伏于地下, 北起于大赉店, 南止于新乡北, 长近 60km。从地震反射剖面上看为东倾断裂, 上盘是箕状断陷, 发育有低序次同向、反向断裂, 反向断裂的下盘是内黄隆起, 断陷中部沉积了下第三系地层, 沉积基底是三迭系, 沉积西厚东薄, 近断裂处厚度最大, 显然沉积受断裂控制, 断裂自然是早第三纪生长断裂。

(2) 青羊口断裂大部分出露于地表, 北起于宜沟附近, 南止于新乡北, 长度 50 余千米。走向 NNE, 倾向 SE, 下盘地层为寒武奥陶系, 地貌上以剥蚀台地出现, 局部呈断层崖。上盘为上第三系-第四系下更新统, 断距南大北小, 在宜沟附近消失, 有自 SW 向 NE 发育的特点。推测是控制上第三系-下更新统的箕状断陷。在断裂北段有出露的浮山玄武岩、黑山玄武岩、玄武岩含杆栏石等, 属于橄榄玄武岩性质。在浮山西南大李庄钻井中的上第三系地层中, 夹有 4 层玄武岩, 黑山玄武岩对下伏的上第三系粘土有烘烤痕迹, 说明玄武岩浆主要在上新世喷发, 属于断裂岩浆活动带。

(3) 青羊口断裂与狭义的汤西断裂组成汤西断裂带, 而狭义的汤西断裂形成较早, 为早第三纪断裂。青羊口断裂形成较晚, 为晚第三纪-早更新世断裂, 二者性状相似, 属同一构造应力格局的产物。青羊口断裂是汤西断裂的“后续”断裂, 表明汤阴断陷作后退式发展, 即晚第三纪-早第四纪时汤阴断陷向西扩展, 由青羊口断裂控制。而且断裂的规模较早第三纪汤西断裂大, 活动性更强。

应该指出, 汤东、汤西断裂的断面均呈铲形, 所以断裂以倾滑为主, 走滑居次。

4.3 大赉店凸起-调节性构造

图 9 是大赉店地区剩余重力异常分布图, 展示出该地区地下物质密度差异分布特点。

^③ 石油物探局第二指挥部, 1980, 邯郸-汤阴地区地震概查报告

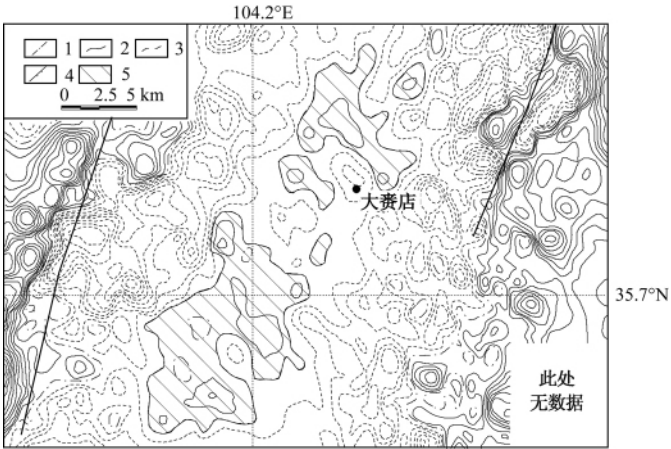


图9 大赉店地区剩余重力异常图

1. 零值线;2. 正异常等值线;3. 负异常等值线;4. 断裂;5. 平缓正异常区
(等值线间距 0.25mg)

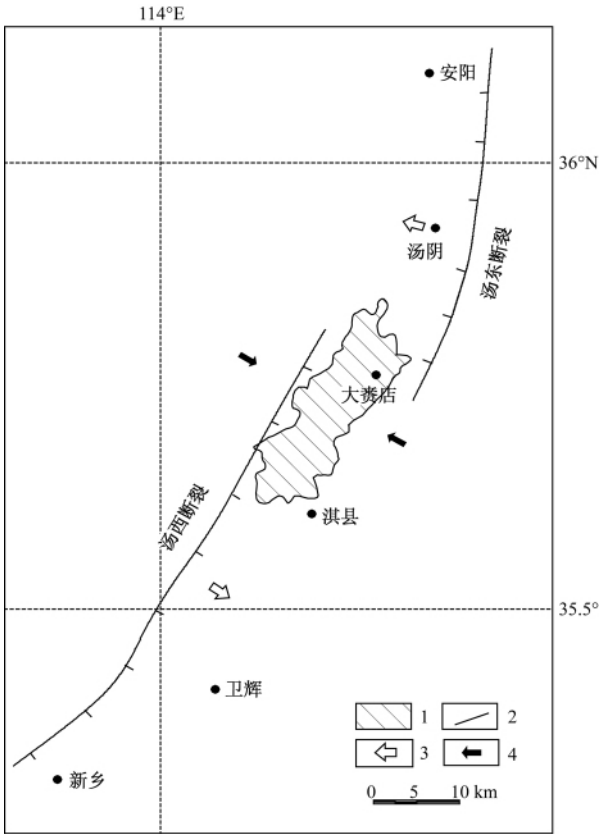


图10 大赉店调节性构造图(据梁生正(2003)略加补充)

1. 造凸起;2. 断裂;3. 构造伸展方向;4. 构造挤压作用方向

图中右、左两侧为正异常分布区,剩余重力异常表现为 $1 \sim 2\text{mg}$ 的正异常。异常等值线梯度带是断裂构造的反映。左侧正异常表现的是汤西断裂以西的太行隆起,右侧为汤东断裂的东内黄隐伏隆起。图中两断裂之间为汤阴断陷,其剩余重力异常表现为夹持在断裂间呈 NNE 向展布的负异常。然而,在汤阴断陷负异常背景上存在宽度 $2 \sim 2.5\text{km}$,异常幅值小于 1mg 的平缓正异常,经钻探证实这里的断陷基底埋深在 2600m 左右(梁生正,2003),显示出发育在先期断陷中部的新生凸起构造。

大赚店凸起呈 NNE 向展布,构造上位于汤东、汤西两条断裂斜接错列的阶区。汤东、汤西断裂倾向相向,使得断裂伸展的主要方向相反,伸展量也有差异,为适应区域伸展应变守恒,在两者相互作用下,其间产生了调节构造(Accommodation structure)。调节构造以挤压变形的方式吸纳了被调节构造的伸展作用差异(不同的伸展方向与不同的伸展量),形成介于被调节构造之间独特的新生构造。大赚店凸起就是在其两侧的汤东断裂与汤西断裂伸展方向相反的构造环境及作用下的产物(图 10)。构造上属于反向调节带中平行凸起的斜向构造凸起(Faulds et al,1998),时代属于第三纪。

5 小结

太行山东麓的构造据其特征与地质历程可分为 3 段,初步归纳于下:

(1) 保定-石家庄断裂为倾滑兼走滑的大断裂,形成于白垩纪-渐新世早期,此后,在上第三系-第四系地层中也未发现明显活动的地质记录。

(2) 石家庄-安阳一线是新生代太行隆起的东斜坡带,在隆起与平原间不存在大尺度断裂。

(3) 安阳-新乡段发育汤东、汤西活动断裂带,现今依然活动,活动性很强,此区为地震活动带,在地震活动期,应特别关注。

参考文献

江娃利、聂宗笙,1984,太行山山前断裂带活动特征及地震危险性讨论,华北地震科学,2(3),21~27。

梁生正,2003,太行山前断陷带南部天然气勘探前景,天然气工业,23(2),1~5。

孙冬胜、刘池阳、杨明慧等,2004,冀中坳陷区中生代中晚期大型拆离滑覆构造的确定,大地构造与成矿学,28(2),126~133。

吴继龙、卢学祺、侯承信,1989,冀中凹陷新生代构造演化及其石油地质意义,见(中国含油气区构造特征),105~115,北京:石油工业出版社。

徐杰、高战武、宋长青等,2000,太行山山前断裂带的构造特征,地震地质,22(2),111~222。

周永娴、张文陆,1989,山西省区域重磁资料的初步研究,山西地质,4(2),111~121。

周祖翼,1994,反转构造,地质科技情报,13(1),3~11。

朱英,2004,中国及邻区大地构造和深部构造纲要——全国 1:100 万航磁异常图初步解释,北京:地质出版社。

Faulds J E, Varga R J, 1998, The role of accommodation zones and transfer zones in the regional segmentation of extended terrans, a commdation zones and transfer zones: The regional segmentation of the basin and range province; Boulder, Colorado Geology Society of American special paper, 1~45.

Williams G D, Powell C D and Cooper M A, 1989, Inversion Tectonics, In: Cooper M, A, and Williams G, D, eds; Inversion tectonics, London; Geological Society Special Publication Classics, 3~15.

Traits and distribution of the east of Taihang mountains

Yu Shen'e Zhao Junxiang Yang Chengxian

Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration, Beijing 100085, China

Abstract Genozoic faults in the east of Taihang mountains are mainly dominated by early Paleogene NE Baoding-Shijiazhuang fault, Genozoic NNE Tangdong and Tangxi faults in the South Tip of Taihang mountains. They are characterized by dip-slip and dextral displacement movement. The former is thought as Cretaceous-early Oligocene faults by artificial seismic exploration and no evident action in stratums. The latter formed in Eocene-Quaternary and it is composed by stagger Tangdong and Tangxi faults, right-stepping en echelon. Reverse regulatory uplift belt appears in faults, which is NNE Dalaidian uplift. It should be noted that fault activity is intensive in the Tangdong and Tangxi faults. Large-scale genozoic faults do not exist in Shijiazhuang-Anyang piedmont. It is the eastern slope zone of Taihang mountains uplift.

Key words: The east of Taihang mountains Genozoic faults Dip-slip and dextral displacement Uplift Fault activity