

山西大同口泉山隆升-挠褶构造研究

张兆琪

(山西省地质调查院,太原 030001)

摘要: 挠曲褶皱构造在山西广泛存在,大同市之西盆地边缘“口泉山断裂带”实际是一个大型挠褶构造带。以往的研究者仅把它当成几个断裂分段研究。认识和研究挠褶构造不仅能够在理论上取得进展,而且还能够指导煤矿勘探和开采,取得很好的经济效益。通过构造带上几个地方典型构造现象的研究得出,该构造带构造现象虽然复杂,但它并不是杂乱无章的,运用挠褶构造的理论上能够恢复它的原始形态以及它的发生发展的全过程。挠褶构造的形成与构造块体的隆升有关,其形成为:地幔柱隆升-地层上拱-挠褶-冲断走滑等。

关键词: 挠褶构造;隆升;鹅毛口推覆断裂;大同口泉山

中图分类号: P542.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)04-0291-06

“口泉山断裂带”位于山西北端大同市之西盆地边缘,是一条规模巨大的构造活动带。它北起大同市新荣区夏庄,向南东方向延伸,经青磁窑、口泉、七峰山、鹅毛口(图1),直至朔州市的神头镇,绵延85 km。构造带强烈影响的地质体宽度1~3 km,空间上呈“S”型展布。由于该构造带是大同煤田的东部边界,所以很多单位和学者对此进行过研究^[1-9]。“口泉山断裂带”包括“青磁窑断裂”、“口泉断裂带”、“七峰山断裂”和“鹅毛口推覆断裂”^[7-9]。大同盆地北西缘出现的较陡的重力梯度,即是该构造带的明显反映^[10]。1983年9月,“首届全国断裂构造学术研讨会”在大同召开,不同学派的地质学家近百人参加,会议议程中一项重要内容,就是实地考察研讨“口泉山断裂带”,其中“鹅毛口推覆断裂”成为会议讨论的焦点。会议虽然是在一片争论声中结束,但比较认可的一点就是鹅毛口断裂构造成因的“双推覆”模式^[11,12]。作者近来在此进行大同市幅等1:5万区域地质调查,对该构造带进行了详细的野外填图和剖面测制,提出一个新的认识。下面通过几处典型构造现象进行讨论。

1 青磁窑村口泉山挠褶构造带

青磁窑村口泉山挠褶构造带(图2)宽度约1

km,明显受该构造带影响的宽度为3~5 km,面向西南,落差约1 km。这一面向西南也意味着构造带

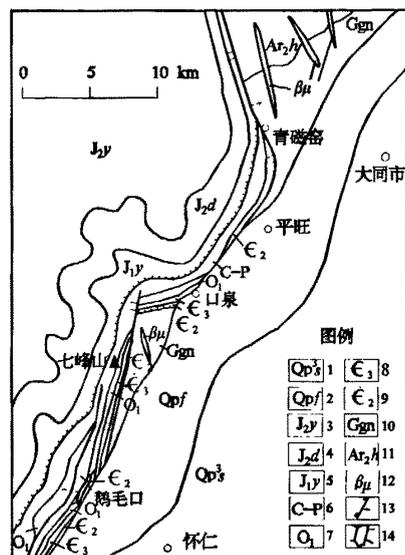


图1 大同市青磁窑-鹅毛口地质略图
Fig. 1 Geological sketch of the Qingciyao-Emaokou, Datong City

- 1. 峙峪组; 2. 方村组; 3. 云岗组; 4. 大同组; 5. 永定庄组; 6. 山西组-太原组; 7. 三山子组-冷里组; 8. 固山组; 9. 张夏组-馒头组; 10. 葛胡窑片麻岩; 11. 黄土窑岩组; 12. 辉绿岩; 13. 逆断层; 14. 飞来峰

收稿日期: 2008-09-29

责任编辑: 刘新秒

基金项目: 国家国土资源大调查项目大同市幅等1/5万区域地质矿产调查项目(1212010610412)

作者简介: 张兆琪(1962-),高级工程师,工程硕士,主要从事区域地质调查工作。

东侧地质体隆升。带内地层既受到强烈的挤压,又受到强烈的拉拽。地层陡倾,甚至倒转,拉薄缺失,挤压透镜体发育。构造带总体呈 330° ~ 340° 方向延伸,主要涉及的地质体有寒武系馒头组、张夏组,侏罗系永定庄组、大同组和云岗组一、二段。横向上地层产状的变化是东陡西缓,从馒头组直立-倒转带开始,到陡倾斜带和缓倾斜带,愈往西倾角愈缓,至云岗组二段趋于正常;带内岩层相对滑动和变位、拉薄和缺失、褶皱和断裂。馒头组和基底变质岩呈断裂接触,基底岩石灰红色角闪二长片麻岩高角度逆冲在馒头组紫红色泥岩之上。在馒头组和张夏组之中发育一组垂直构造带走向的节理,有些甚至为倾向走滑小断层。侏罗系永定庄组一层厚 5 m 的砾岩层呈“S”型展布,沿走向追索该砾岩层产状,见到时而倒转,时而正常。这种现象在直立-倒转带很常见。永定庄组角度不整合在张夏组之上,两者接触带上有厚度不大的铁帽。

2 口泉村口泉山挠褶带

从青磁窑村向南行 11 km 至口泉村。该构造带(图 3)总体呈 30° ~ 40° 方向延伸,构造带的宽度为 0.6 ~ 1 km,面向西北,落差约 0.7 km。主要涉及地质体有奥陶系冶里组、三山子组,石炭-二叠系太原组、山西组,侏罗系永定庄组和大同组。横向上地层产状东陡西缓,从直立-倒转带开始,到陡倾斜带和缓倾斜带,愈往西倾角愈缓;纵向上地层产状上陡下缓。带内岩层相对滑动和变位、拉薄和缺失、褶皱和断裂,不但在岩层面上留下大量运动磨擦,有的甚至在层内(切层)留下多个方向的运动擦痕。赵明鹏^[3]认为山前地层的直立倒转是由于在山前可能存在一个向东倾斜的断裂构造,由断裂东南翼逆掩所致。实际上明显的断裂构造是不存在的。山前基岩与第四系之间的断层为一条新生代正断层^[3],它是形成盆地的主干断裂。

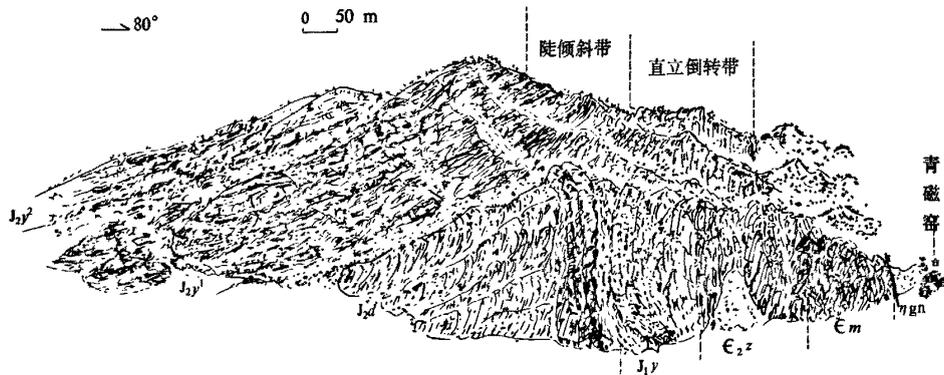


图 2 青磁窑村口泉山挠褶构造带素描图

Fig. 2 Sketch of the flexural structure belt at Qingciyao Village

η gn. 角闪二长片麻岩; ε m. 馒头组; ε_{2z}. 张夏组; J_{1y}. 永定庄组; J_{2d}. 大同组; J_{2y}¹. 云岗组一段; J_{2y}². 云岗组二段

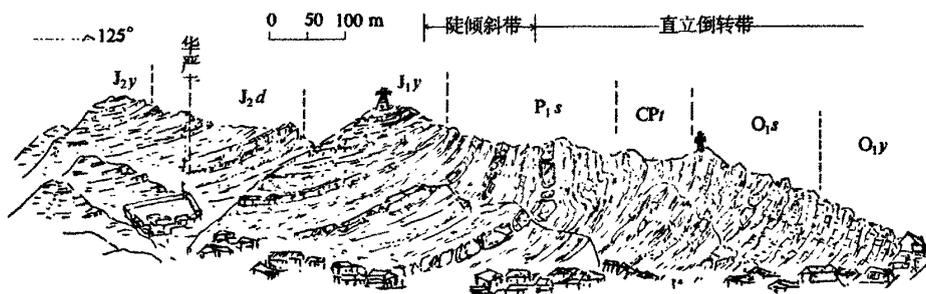


图 3 口泉村口泉山挠褶构造带素描图

Fig. 3 Sketch of the Kouquanshan flexural structure belt at Kouquan Village

O_{1y}. 冶里组; O_{1s}. 三山子组; CP₁. 太原组; P_{1s}. 山西组; J_{1y}. 永定庄组; J_{2d}. 大同组; J_{2y}. 云岗组

3 七峰山口泉山挠褶构造带

七峰山位于口泉村西南方向 7 km 处, 七峰山为当地最高的山峰, 地形起伏变化大, 沟谷切割较深。构造带总体呈南北方向延伸, 面向西, 落差约 1 km。主要涉及的地质体有基底变质岩系太古代角闪斜长片麻岩, 盖层包括寒武系张夏组、崮山组、炒米店组, 奥陶系冶里组、三山子组, 石炭系 - 二叠太原组、山西组, 侏罗系永定庄组和大同组。冶里组中部分灰岩发生白云岩化, 使得冶里组中出现三山子组。基底变质岩系与盖层包括寒武系张夏组之间为断裂接触, 其间缺失寒武系馒头组。横向上地层产状东陡西缓, 从直立 - 倒转带开始, 到陡倾斜带和缓倾斜带, 愈往西倾角愈缓。不过此处的直立 - 倒转带非常宽, 从张夏组一直到山西组 (图 4), 尤为重要是山西组中的煤层厚达十余米, 像一堵墙竖立 在山顶上; 纵向上地层产状的变化还没显现。

4 鹅毛口村口泉山挠褶构造带

鹅毛口村位于七峰山南 9 km 处。构造带总体呈北北东方向延伸, 面向西北, 落差约 1 km。该处

构造现象非常复杂, 主要涉及的地质体有基底变质岩系太古代角闪二长片麻岩, 盖层包括寒武系馒头组、张夏组、崮山组, 奥陶系三山子组, 石炭 - 二叠系太原组、山西组, 侏罗系永定庄组等。带内地质体或地层褶皱、陡倾、倒转甚至断裂。比较大一点的逆冲推覆断裂带就有六条 (图 5)。为了叙述方便, 把断裂当作一个分划面进行单元划分。F1 为主干断层, 产状比较稳定, 倾角比较缓, 产状为 $290^{\circ} \sim 330^{\circ} \angle 20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。F1 断面以下为原地系统, 地层有三山子组、太原组、山西组。三山子组和太原组为平行不整合接触, 其间的不整合面凹凸不平, 山西式铁矿就残存在不整合面凹陷处。太原组和山西组以一层厚度及延伸都很稳定的含生物碎屑灰岩 (K) 来分界。F1 断面以上为外来系统, 在剖面上表现为不对称的对冲型式, 即 F6 和 F5 为对冲型式, F6 产状倒倾回褶; F6 和 F1 接触处是三山子组白云岩推覆在山西组之上, 上盘岩层产状自下而上由缓变陡甚至全部倒转, 明显为一个轴面平缓的向斜构造。分划面 F6 以上的太原组、山西组也发生了强烈褶皱, 剖面上褶皱也呈“S”型褶皱的形态特点。太原组和山西



图 4 七峰山口泉山挠褶构造带素描图

Fig. 4 Sketch of the Kouquanshan flexural structure belt at Qifengshan

Ar₃Ggn. 角闪斜长片麻岩; ε_{2z}. 张夏组; ε_{3g}. 崮山组; ε_{0c}. 炒米店组; O_{1y}. 冶里组; O_{1s}. 三山子组; CP₁. 太原组; P_{1s}. 山西组; J_{1y}¹. 永定庄组一段; J_{1y}². 永定庄组二段

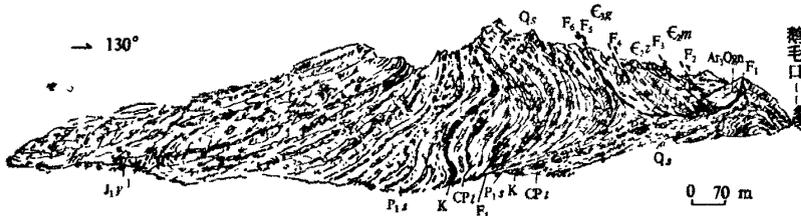


图 5 鹅毛口口泉山挠褶构造带素描图

Fig. 5 Sketch of the Kouquanshan flexural structure belt at Emaokou

Ar₃Ggn. 角闪二长片麻岩; ε_{2m}. 馒头组; ε_{3g}. 崮山组; O_{1s}. 三山子组; CP₁. 太原组; P_{1s}. 山西组; J_{1y}¹. 永定庄组一段; K. 含生物碎屑灰岩

组之间的含生物碎屑灰岩(K)甚至被拉断。它们和永定庄组一起组成一个不完整的挠褶构造。从F2到F5呈叠瓦状排列,地层倒转,致使山前形成一系列飞来峰,F2是太古代角闪二长片麻岩直接盖在三山子组白云岩之上。F3使馒头组支离破碎,成为透镜状或夹块。F4为张夏组鲕状灰岩和崮山组竹叶状砾屑灰岩的分划面。

5 问题的提出

问题一:图2、3中为什么横向上地层产状的变化是东陡西缓规律变化,而纵向上的地层产状却是上陡下缓?如果分别沿山脊和沟底测制两条剖面,其产状差别很大。带内岩层相对滑动和变位、拉薄和缺失、褶皱和断裂,不但在岩层面上留下大量运动磨擦,有的甚至在层内(切层)留下多个方向的运动擦痕。

问题二:图4中山西组的煤层是倒转的或直立的,问题是该煤层一直是直立的吗?在什么深度发生变化?塔山电厂目前正在山前上窝寨村施工平硐能否见到煤?

问题三:图5中两处出现山西组和太原组,怎样才能一一对接?主干断层F1的推覆距离是多少?虽然鹅毛口构造现象非常复杂,但它并不是杂乱无章的。那么怎样恢复它的原始形态呢?它的发生发展又是怎样的呢?

6 挠褶构造定义

要回答这些问题,必须对整体构造进行研究,以恢复它的空间形态。通过两年的野外调查和研究,认为该处构造带为一典型的挠褶构造。如果地质调查工作仅限于研究其中的断裂构造行迹,没有对整体构造格架进行研究显然是片面的。如果忽视了挠褶构造的存在,就不能对众多构造信息做出很好的解释。

挠褶构造是由于地体的差异抬升而形成的表层构造。往往是基底岩系受某种因素的作用而隆升,地体由于其隆升的速率不同而出现分异,结果造成盖层产状无论横向上还是纵向上,都是由缓变陡、再由陡变缓的规律性变化。岩层相对滑动和变位、拉薄和缺失、褶皱和断裂。对于带内岩层既是一个挤压剪切过程,又是一个减薄拉伸过程。这是因为隆升地体不仅对侧向有挤压力,而且上升过程中

地层受到拽曳,但对于应力场而言还是挤压应力场。挠褶构造易被风化剥蚀,剥蚀后残留一定规模的地层挤压直立和倒转带。描述挠褶构造术语有宽度(陡倾地层出露宽度)、落差(同一层位水平时的高差)和面向(剖面上指向年轻地层的方向)等,面向也指示了下降盘的方向。

山西晋城石河沐-柳泉构造带发现一个比较完整的挠褶构造(图6)。图中所示左侧基底岩系隆升,其顶部地层产状水平;右侧地层发生挠褶,地层产状直立和倒转、陡倾,向外围慢慢变缓。剥蚀后残留地层直立和倒转带,沿地层走向可见一系列的地层三角面,与断层三角面很相像。如果在其间画一条断层来代表这一构造显然是不够的。

如图6中的A、C两处为什么顶部地层产状水平,而B处的地层发生直立倒转或褶皱断裂呢?这是因为地球内部能量释放使得局部地块隆升(如图6中的A处),而C处是不动的,即为阻力。地块隆升过程中若遇阻力就产生挤压力。反过来讲,挤压力产生在能量释放过程中遇到阻力的地方(如图6中的B处)。由于B处有挤压力的存在使地层发生直立倒转或褶皱断裂,而A、C两处没有挤压力所以顶部地层产状水平,也就是说挤压力产生在构造带中特定部位。

7 讨论和结论

现回头再来看前面提到的三个问题:

问题一:正好反映的是一个剥蚀后残留的挠褶构造形态和特征。

问题二:处在挠褶构造中的山西组的煤层是不可能一直直立下去的。如果在野外能够确定挠褶构造的基本形态,并用数学方程表达之,就不难精确地计算出所在位置,也就容易回答施工平硐是否能够见到煤了。

问题三:在鹅毛口村该构造带看似杂乱无章,实际它也是一个被破坏了挠褶构造。其形成过程大致分三个阶段:第一阶段,东侧“大同盆地”燕山期整体隆升而形成口泉山挠褶构造带(图7A);第二阶段在鹅毛口还有多次构造活动。首先挠褶构造沿F1由西向东推覆(图7C),由a推覆到b,即ab为推覆距离。如果确定三山子组白云岩从沟底到山顶的高度,就不难算出ab的距离;第三阶段“大同盆地”

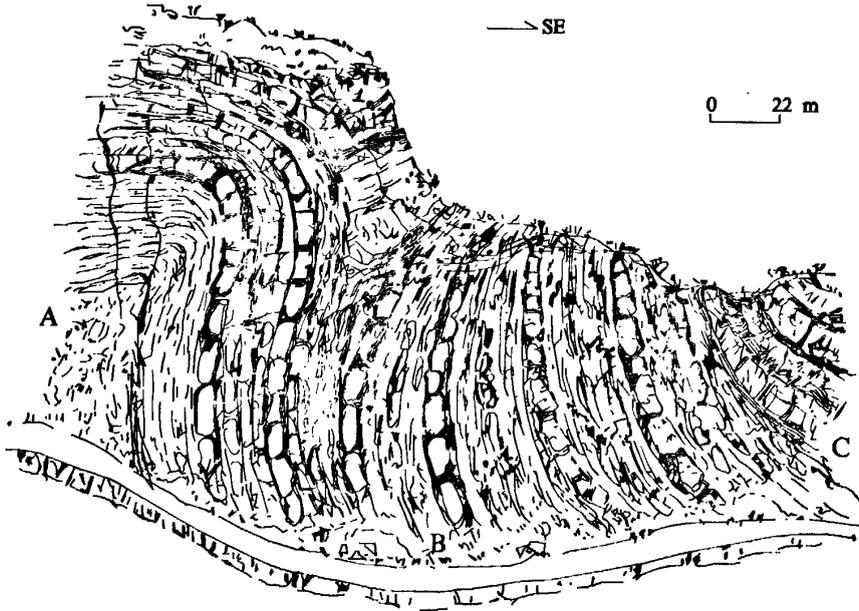


图 6 晋城石河沐 - 柳泉挠褶构造素描图

Fig. 6 Sketch of the Shihemu-Liuquan flexural structure at Jincheng

A. 黑云斜长片麻岩; B. 馒头组紫红色泥岩夹灰岩; C. 张夏组厚层鲕粒灰岩

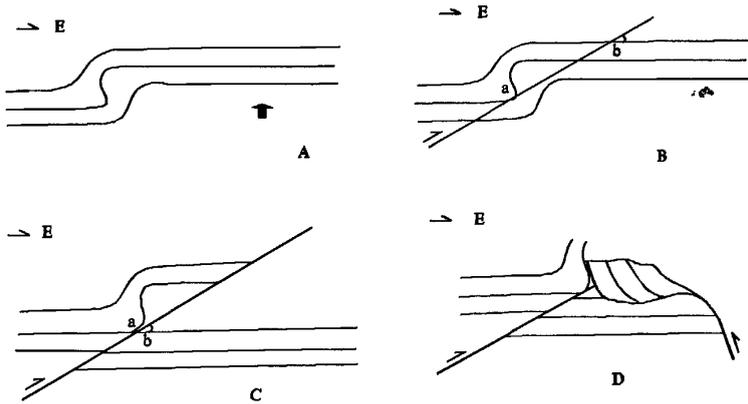


图 7 鹅毛口挠褶构造演化略图

Fig. 7 Evolving process of the flexural structure belt at Emaokou

内基底又由东向西推覆,即所谓的“双推覆”模式。在山前形成一系列的飞来峰和推覆体(图 7D)。整个过程是一个加厚的过程。大同盆地则是喜马拉雅期以正倾滑移活动方式形成,至今仍以年均 0.5 ~ 1.2 mm 速率下沉^[5]。

笔者多年前就对挠褶构造进行研究,认为“离石大断裂”就是一个挠褶构造^[14]。三叠纪末的印支运动,特别是侏罗纪末的燕山运动,区内板内造山运动活跃期。此时地球进入了一个强烈的地幔热柱活动期^[15],受此影响,“山西地块”整体隆升形成山西高

原。在山西西部吕梁山区“山西地块”与“鄂尔多斯地块”发生分异,两者的过渡带上形成离石挠褶构造带。在山西高原内部由于隆升差异也形成了许多次一级的隆起构造,并在两者的过渡带上形成次级挠褶构造带,如口泉山挠褶构造带。所谓山西的燕山期造山运动,即是构造块体的隆升运动。挠褶构造的形成与构造块体的隆升有关,其形成为:地幔柱隆升^[16]-地层上拱-挠褶-冲断走滑等。挠褶构造是一个系统构造,不能仅仅研究几个断裂构造了事。挠褶构造带是连续的,而其中的断层是多发的

和不连续的。

由此可以看出,挠褶构造在山西的存在非常广泛,只不过以前没引起足够的重视。认识和研究挠褶构造不仅能够理论上取得进展,而且还能得到很好的经济效益。比如为了方便开采山脊中央竖立的山西组煤层,大同矿务局在山前变质岩中施工多个平洞向西掘进。为了搞清山西组煤层展布情况,在山上打了很多的钻孔。如果应用挠褶构造理论分析问题,就会思维清晰,目的明确,也能少打很多钻孔。

致谢:本文完成中与山西地调院潘永胜、孙占亮、王权、刘成如、续世朝、赵祯祥等进行过讨论,他们提出了改进意见,文中插图由李嫣助工清绘,在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 贾炳文.大同侏罗纪含煤地层沉积环境与聚煤特征[M].北京:科学出版社,1991,86-88.
- [2] 刘光勋,江南生.山西地堑边缘逆掩断裂带的形成机制[J].构造地质论丛,1986,(6):42-51.
- [3] 王同合.晋陕地区地质构造演化与油气聚集[J].华北地质矿产杂志,1995,10(3):283-398
- [4] 崔盛芹,吴珍汉,王建平,等.华北陆块北缘构造运动序列及区域构造格局[M].北京:地质出版社,2000.
- [5] 中国科学院地质研究所.华北断块区的形成与发展[M].北

京:科学出版社,1980,1-21.

- [6] 郑超文.论山西台块的构造演化[J].山西地质,1986,1(1):12-15.
- [7] 赵明鹏.山西口泉断裂与大同侏罗纪煤田的关系[J].山西地质矿产杂志,1996,11(1):93-98.
- [8] 刘成弟,朱道尊.鹅毛口逆掩断层与推覆体[J].构造地质论丛,1986,(6):63-70.
- [9] 李树屏,郑仲科.鹅毛口推覆构造和逆掩断层剖析[J].构造地质论丛,1986,(6):52-62.
- [10] 周永娟,张文陆.山西省重磁资料的初步研究[J].山西地质,1989,4(2):111-114.
- [11] 山西省地质矿产局,山西省区域地质志[M].地质出版社,1989,608-610.
- [12] 赵祯祥,杜晋锋.晋东北地区燕山运动的基本特征——来自1:25万应县幅区域地质调查的总结[J].地质力学学报,2007,13(2):150-162.
- [13] 江娃利,王焕贞.山西大同与晋中盆地全新世活动断裂定量研究中热释光与¹⁴C测年方法应用[J].第四纪研究,2004,24(3):332-340.
- [14] 中国地质调查局.中国区域地质调查与研究进展[A].张兆琪,薛文彦,魏云峰,等.对“离石大断裂”的新认识及其意义[C].北京:地质出版社,2003,332-335.
- [15] 牛树银,孙爱群,谢汝斌,等.地幔热柱及其成矿作用研究[J].前寒武纪研究进展,2002,25(1):11-22.
- [16] 邓晋福,赵海玲,莫寅学,等.中国大陆根-柱构造-大陆动力学的钥匙[M].北京:地质出版社,1996,40-88.

Study on the Uplift-flexural Fold Structure in Kouquan Mountain, Datong Area

ZHANG Zhao-qi

(Shanxi Institute of Geological Survey, Taiyuan 030001, China)

Abstract: flexural folds exist extensively in Shanxi Province. Kouquanshan fault belt is a real large type flexural fold belt. Study on it can provide a guide for the exploration of the coal mine in the area. Based on the typical structural phenomena and the theory of the flexural fold, the original form and its developing process can be restored. The formation of the flexural folds is related with the uplift of this structural body. The process is proposed as the plume rising-strata rising-flexural fold-thrust-strike-slip fault.

Key word: flexural fold; uplift; Emaokou thrust fault; Kouquanshan, Datong