

湘中坳陷托山煤矿测水煤系滑脱构造转型

曹运江^{1,2}, 杨浩², 黄玉凤², 陈带花³, 李浩²

(1. 湖南科技大学 煤炭资源清洁利用与矿山环境保护湖南省重点实验室, 湖南 湘潭 411201;
2. 湖南科技大学 土木工程学院, 湖南 湘潭 411201; 3. 湖南省煤炭地质勘查院, 湖南 长沙 410014)

摘要:通过对湘中坳陷托山煤矿进行野外地质调查、地质构造研究及矿井内巷道的小断层分析,探讨了逆冲、滑脱构造的特征、形成机理和演化过程. 研究结果表明:托山矿区下石炭统测水煤系5煤层具备发育顺层构造的物质条件,属托山煤矿推覆构造潜在主滑面,矿区重力滑覆与挤压推覆并存. 滑覆和推覆构造形成于不同时期、不同构造环境中,具有各自的组合形态及演化历史. 构造反演显示托山矿区的滑脱构造历经早期逆掩、中期逆冲、晚期反向重力滑脱转型3个不同阶段.

关键词:转型;滑脱构造;测水煤系;演化;托山;湘中坳陷

中图分类号:P618.11;P542 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2015)02-0047-05

Detachment structures transitional of Ceshui coal measures in Tuoshan coal mine of Xiangzhong depression

Cao Yunjiang^{1,2}, Yang Hao², Huang Yufeng², Chen Daihua³, Li Hao²

(1. Hunan Province Key Laboratory of Coal Resources Clean - utilization and Mine Environment Protection, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;
2. School of Civil Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;
3. Academy of Coal Geological Survey of Hunan province, Changsha 410014, China)

Abstract: By field geological survey and geological structure study and small fault of the mine roadway analysis, the characteristics, formation mechanism and evolution process were probed into, which of overthrust and decollment structures in Tuoshan coalfield of Xiangzhong depression. The study results show that Ceshui 5 coal in Tuoshan, the lower carboniferous has dynamics condition of well - development bedding structure, and it is the nappe main potential sliding surface of Tuoshan coalfield. The mining area exist gravity sliding cover as well as squeeze the nappe. Sliding cover and nappe structure formed in different periods and different tectonic environment, combined with their own form, and evolution history. The tectonic inversion shows detachment structures in this area has experienced three difference stages: overthrust in the early stage, thrust strengthen in the middle stage, reverse gravity sliding in the late stage.

Keywords: transitional; detachment structures; Ceshui coal; evolution; Tuosha; Xiangzhong depression

金竹山矿业托山煤矿位于湘中坳陷区涟源段内. 托山矿区在几十年的地质勘探和煤炭开采过程中,积累了丰富的地质资料. 该矿区及测水组煤系经前人研究,已有文献中提及滑脱构造地质现象^[1-6],王文侠据托山矿区巷道中上千条断层的统计结果分析确定5煤层为矿区主滑面^[7],何红生提出该区滑覆为主,其前部冲断层具小型分支构造^[8],朱锐等提出湘中涟源凹陷中部构造带主要发育隔档式褶皱和层间滑动断层^[9]. 胡希颖等探讨了金竹山矿业内邻近托山矿区的五加山区段逆冲、滑脱构造的特征形成机理和演化

过程^[10]. Harutaka Sakai 等通过对云母锆石、磷灰石与花岗岩进行分析,解释推覆体的起源与演化历史的研究^[11]. 现阶段,对托山矿区滑脱构造的研究主要集中在区域构造格架上,尚未对该矿区滑脱构造内部小构造进行详细研究. 托山矿区滑脱构造是怎样形成的? 演化过程又是怎样变化? 为解决这一疑惑,将从矿井小构造证据入手,分析金竹山矿业托山矿区测水煤系滑脱构造形成机理及其演化模式. 从而为研究区深部寻找隐伏煤田打开新的突破口,指导建立研究区其它地区类似构造控煤模式.

1 研究区地质背景

托山矿区出露地层由新到老有:第四系(Q)、中二叠统栖霞组(P_2q)、中上石炭统壶天群(C_{2+3})、下石炭统梓门桥组(C_{1z})、测水组(C_{1c})、石磴子组(C_{1s}). 据前期矿区勘查资料和钻孔揭露,壶天群主要以中厚~厚层状灰岩为主;梓门桥组主要以中厚层状泥质灰岩为主;测水组为本区含煤地层,岩性主要由砂岩、粉砂岩、泥岩、煤层等组成. 根据岩性、岩相、化石、含煤性的不同,分为上、下2段,即上段不含煤段和下段含煤段. 上段厚29~155 m,平均85 m,下段厚21.6~245.6 m,平均92.87 m. 下段主要含2,3,4,5,6煤,局部含1,7煤,1,2,6,7煤不可采,可采煤层为3,4,5煤. 其中,3煤层、5煤层为主要可采煤层,但3煤层为不稳定煤层,5煤层为较稳定煤层,4煤层以八十亭断层为界,以东为不稳定煤层,以西为较稳定煤层. 石磴子组(C_{1s})岩性上部为深灰色钙质泥岩,质地均一,底部夹钙质砂岩,下部灰~深灰色中厚层状泥质灰岩及灰岩,局部夹钙质泥岩.

托山矿区位于华南加里东褶皱带之长邵拗中,为桥头河不对称向斜西南端. 向斜轴向东北~南西. 向斜北西翼地层走向为东北45°左右,倾向东南,浅部地层倾角陡、直立、倒转.

区内断裂构造发育,低角度断裂尤为明显. 主要发育有八十亭逆断层(F_5)、杨梅山逆断层(F_6)、青龙坳正断层(F_4)、塘冲逆断层等. 八十亭断层的两侧发育杨梅山逆断层和青龙坳正断层,两断层受八十亭断层的制约. 杨梅山断层是八十亭断层的分支构造,而青龙坳断层受八十亭断层的切割改造,呈现不协调状态. 杨梅山逆断层、八十亭逆断层、青龙坳正断层“逆逆正”紧密结合,形成以八十亭逆断层为主线的“八十亭断层组合”(图1).

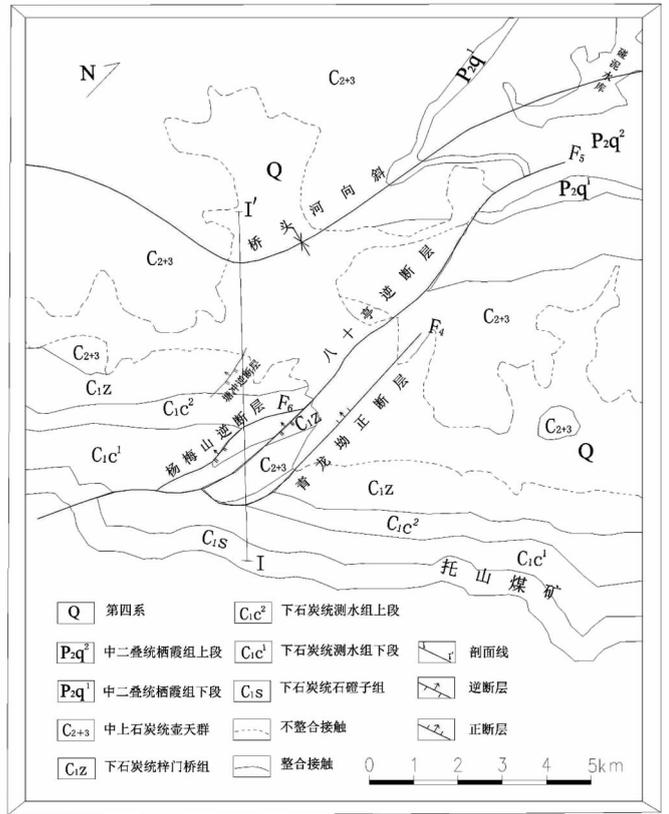


图1 研究区构造纲要图

2 滑脱构造特征

滑脱构造是发生在上、下2套高黏度的岩系沿所夹低黏度的软弱层中,产生平行接触带方向的相对位移和相对滑动所产生的构造^[12]. 滑脱构造主要由3部分组成,自上而下分别称为滑动系统(上盘)、主滑脱带和下伏系统(下盘). 滑脱构造按形态特征及其形成机制可分为重力滑覆(图2(a))和挤压推覆(图2(b))2类. 滑覆与推覆两者共同的基本要素是滑脱拆离层,都是沿软弱带发生的,滑动面和逆掩面具有相似性,但两者在滑脱拆离层上、下的构造变形与发展历史等方面存在不同点^[13].

托山矿区滑脱构造同时存在重力滑覆和挤压推覆.

2.1 主滑脱带

主滑脱带是滑动系统与下伏系统之间的变形带,是缓倾角的脆性或韧性断层带(面),由软弱层或低黏度层组成. 煤层因具有低强度和低塑性而成为一个很好的滑脱层位,因而含煤岩系中滑脱构造较常见^[14-15].

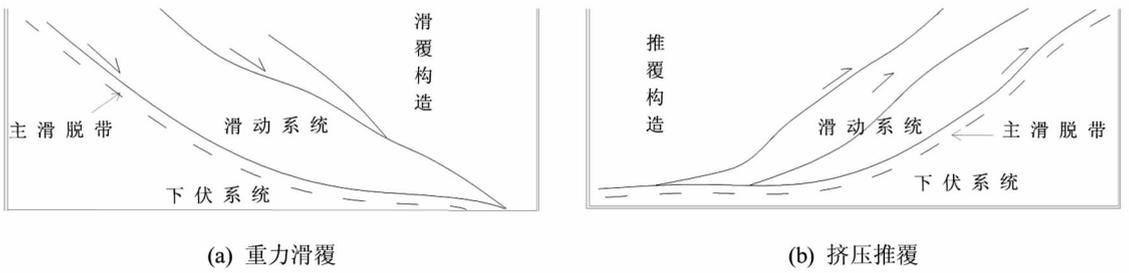


图2 滑脱构造剖面示意图

据2005年完成的《湖南冷水江金竹山深部煤矿详查》资料,托山矿区含煤地层为测水组下段,含煤7层.其中5煤层为粉末状及粒状结构,多光滑裂面,平均厚度超过2 m,开采巷道断层发育.5煤层底板岩性较弱,以粉砂岩、泥岩为主,下伏石磴子组为泥灰岩和中厚层状灰岩,而5煤顶板测水组以砂岩为主.上覆梓门桥组、壶天群以坚硬的厚层状灰岩为主.对比测水组下段各层岩性,推测5煤层成为主滑面最为可能.

参考托山矿区临近一井田测水煤系研究,王文侠(1989)确定5煤层为矿区推覆体潜在主滑面^[7].据此可推测金竹山矿业托山矿区下石炭统测水煤系5煤层具备发育顺层构造的物质条件.

2.2 滑动系统

早期形成的 F_5 上盘向东南方向挤压逆冲(F_5 走向北东 $10^\circ \sim 35^\circ$,倾向北西,倾角约 70° ,水平断距200~700 m.).先期滑动系统为图中A区域(图3),主要由 F_5 上盘的第四系(Q)、中上石炭统壶天群(C_{2+3})、下石炭统梓门桥组(C_{1z})和测水组上段(C_{1c}^2)组成.

后期拉伸应力场为主,上覆系统整体滑脱,形成的 F_4 (走向由NEE至NE转向近于正北,倾向北西,倾角 $50^\circ \sim 60^\circ$,铅直断距250 m.).A区域和B区域组成一个整体滑动系统,反向重力滑脱, F_4 切割早期 F_5 (图3).

2.3 下伏系统

托山矿区下伏系统主要由下石炭统石磴子组(C_{1s})及其下伏地层组成(图4). F_4 主滑面呈波状起伏,北东走向 $10^\circ \sim 35^\circ$,向东南倾斜的向斜构造,上部倾角 $50^\circ \sim 60^\circ$,下部倾角 $0^\circ \sim 20^\circ$.

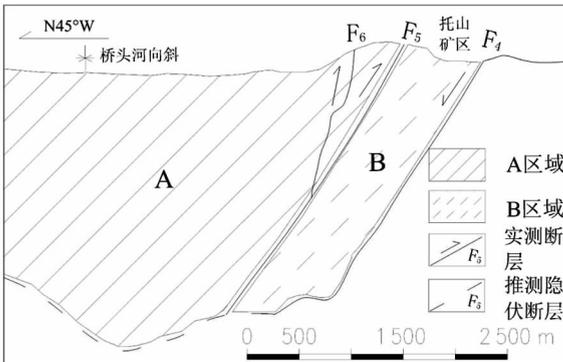


图3 托山矿区滑脱区域剖面图

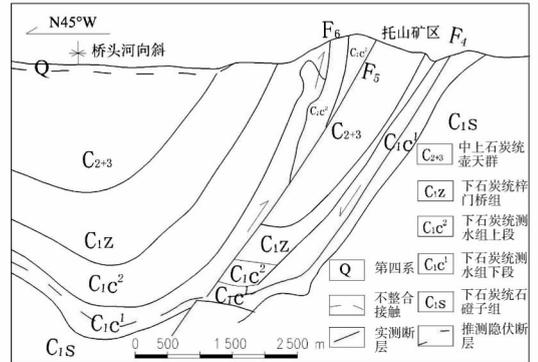


图4 托山矿区 I - I'剖面图

3 构造演化转型过程

金竹山矿业托山矿区的滑覆和推覆构造是在不同时期、不同构造环境中形成的,具有各自的组合形态及其构造演化历史.根据区域应力场资料,研究区自晚古生代以来主要经历了3期构造活动的作用,体现对该区煤层赋存起主导作用的八十亭断层组合的产生、发展和成熟定型的3个阶段.

第一阶段:加里东基底与盖层的双向拆离是本区滑脱构造发生发展的根源,产生第一序次的构造;中三叠世,印支运动导致了华南板块向北西推覆于扬子板块之上,产生NW-SE向挤压应力场.湘中地区强烈褶皱,首先发生弯滑及弯流作用,形成层滑面锥型(图5(a)).随着挤压褶皱作用进一步加强及西缘雪峰山的砥柱作用,在岩石的变形过程中,处于向斜部位边界的必是挤压应力集中释放的部位.从构造理论上分析,逆冲断层能有效地缩短地层达到构造平衡的目的.因而在NW-SE向水平挤压力的持续作用下,

岩层发生变形、破裂、进而形成 F_5 (一种隐蔽式的东南向逆掩推覆构造), 其推覆距离约 600 m (图 5(b)).

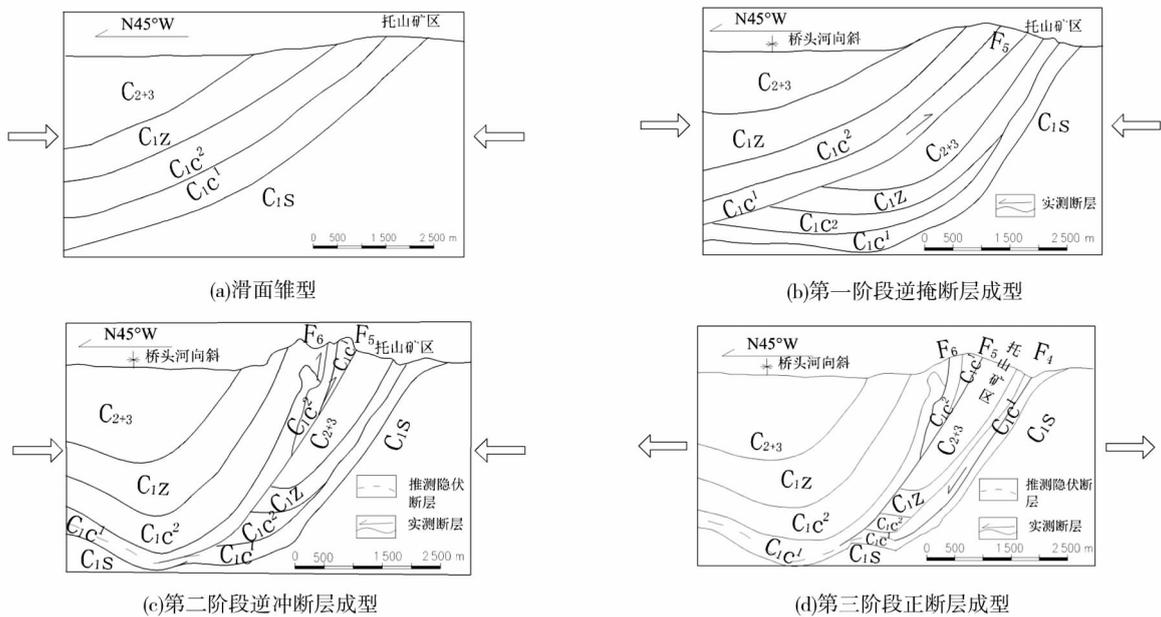


图 5 构造演化剖面图

第二阶段:燕山运动早、中期,构造应力为 NW - SE 向挤压构造应力,强烈程度远远超过先期构造应力.先期形成 F_5 断裂带使岩石原生结构完全被破坏,形成碎粒岩甚至糜棱岩,具有粒状固体的某些特征,滑动时产生碎裂流动从而降低摩擦阻力.再加之 F_5 断裂带为压性断层.压性断层在静岩压力作用下,水不易从断裂带游离出去,致使在断裂带内形成异常孔隙液.以上两方面均降低了推覆构造滑动剪切阻力,因而在构造应力为 NW - SE 向作用下, F_5 断裂带沿早期破碎带再次活动并被进一步强化.同时,新形成的 F_6 又进一步改造其形态与空间位置.

图 5(c) 中 5 煤底板及以上岩层的强烈褶皱变形一起,显示了 NW - SE 侧向挤压的效果. F_6 及其上盘煤层,发育的一系列褶曲轴向南东的斜歪,倒转及平卧褶曲.

托山矿区的巷道中,煤层及其附近岩层中小断裂非常发育,断距一般不足 2 m,倾角不一,以中等和陡倾为多.图 6(a) 为托山矿区 5 煤层顶板及其以上煤层中小型逆断层倾向优势方位图,统计 106 条小断层.由图 6(a) 可知,投影点在 SE 向极密出现,这些小断层倾向方位具有明显的定向性,优势方位以 $115^\circ \angle 12^\circ$ 为主,表明受力方向为 NW - SE 向,应力集中 NW - SE 向与区域缩短变形的方向一致.这些逆断层倾向的统计特征,反映了主滑面以上岩层处于侧向挤压应力场,它是由相邻岩体载荷的侧向压力造成的,为推覆构造提供了动力条件.

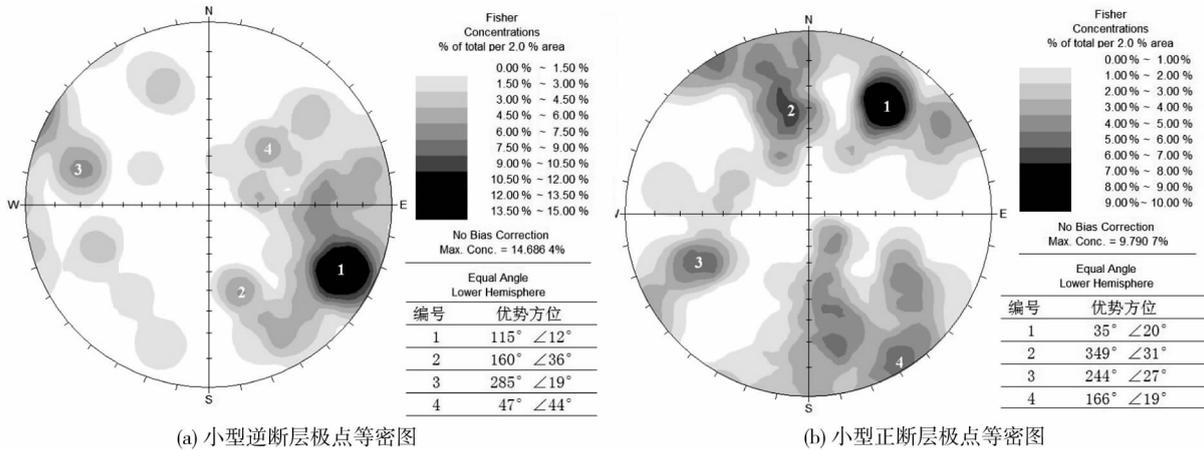


图 6 托山矿区巷道小型断层极点等密图

第二阶段呈北西向东南推覆,推覆距离约 500 m(图 5(c)).

第三阶段:从燕山晚期开始,由于深部裂谷作用,华南板块处于伸展机制,重力失稳,盖层沿先期拆离面发生反向重力滑动,单个向斜也随着向斜的扩张及沿先期顺层滑面往北西向滑覆,顺层构造得到进一步加强和改造.

图 6(b)为托山矿区巷道小型正断层倾向云图.由图可见,优势方位为 2 号、4 号点较多集中,投影点在 NW-SE 向明显的极密出现,由优势方位可知受力方位为 NW-SE 向,图 6(b)中小正断层的 NW-SE 向倾向与第二阶段图 5(c)中小逆断层 NW-SE 向倾向有大致相同的方位,这不是巧合,它证明了该区重力滑动构造的滑动面或滑脱面基本上是沿先期形成的被动逆冲断层面或顶板逆冲断层面发育.前期推覆构造所形成的断层面本身就是一个很好的构造软弱面,又具有一定的斜坡,所以在后期拉伸应力场占优势的时候,便触发了断层面上盘地层的重力不稳,而沿原来的断层面发生重力滑动.

第三阶段呈北西向滑覆,滑覆距离约 600 m(图 5(d)).

综上所述,八十亭断层组合的产生及演化过程可简单地表示为:早期逆掩(形成 F_5)→中期逆冲(强化 F_5 ,发展 F_6)→晚期反向重力滑脱(发展 F_4 ,定型 F_5)转型的 3 个不同发展演化阶段.

4 结论

托山煤矿经历了多期次构造运动叠加与改造,煤系地层总体呈向斜构造.托山矿区测水煤系滑脱构造下煤系地层,呈现倒转褶皱、复式褶曲和不协调褶皱等形态.通过对已获得的勘探和矿井生产资料的综合分析,得出如下结论:

- 1) 确定了托山矿区下石炭统测水煤系 5 煤层具备发育顺层构造的物质条件,属推覆构造潜在主滑面;
- 2) 全区总体以先东南向上覆褶皱型逆冲推覆与后北西向滑褶型重力滑脱构造为主体,两者叠加在一起,构筑区域滑脱构造总体格局;
- 3) 查明托山矿区地层经历早期逆掩、中期逆冲、晚期反向重力滑脱转型的 3 个不同构造演化阶段,对该区域滑脱构造形成新的认识.

参考文献:

- [1] 陈美英.湖南省煤炭资源构造特点及找煤潜力分析[J].资源与产业,2009,11(6):64-68.
- [2] 柏道远,贾宝华,王先辉,等.湘中盆地西部构造变形的运动学特征及成因机制[J].地质学报,2013,87(12):1791-1802.
- [3] 李焕同,曹代勇,王林杰,等.雪峰山东缘湘中地区控煤构造特征及演化[J].大地构造与成矿学,2013,37(4):611-621.
- [4] 陈朝阳.利用趋势面分析研究湘中测水煤系的一些主要成果[J].地质评论,1984,30(6):578-585.
- [5] 周智涛,缪伟,洪刚.湖南某高速公路压覆煤矿采空区路基的稳定性分析[J].公路工程,2013,38(1):63-67.
- [6] 莫时旭,杨荣丰,黄昔容.涟邵煤田金竹山向斜构造应力场探讨[J].湖南地质,1998,17(2):78-80.
- [7] 王文侠.由金竹山矿区构造特征看测水组煤层的构造分异作用[J].煤田地质与勘探,1989,5:18-21.
- [8] 何红生.湘中涟源凹陷测水煤系顺层构造与滑脱构造研究[J].湘潭师范学院学报(自然科学版),2004,26(2):32-36.
- [9] 朱锐,郭建华,旷理雄,等.湘中涟源凹陷构造样式与演化史分析[J].中南大学学报(自然科学版),2006,37(1):236-241.
- [10] 胡希颖,龚玉红.湘中金竹山矿区五加山区段逆冲滑脱构造及其控煤作用[J].中国煤田地质,2004,16(6):4-6.
- [11] Harutaka S K, Hideki I, Tohru D H, et al. Rift-related origin of the Paleoproterozoic Kuncha Formation, and cooling history of the Kuncha nappe and Taplejung granites, eastern Nepal Lesser Himalaya: a multichronological approach[J]. Island Arc, 2013, 22(3):338-360.
- [12] 曾佐勋,曹树钊.赣西北港口-马坳地区多层滑脱构造的基本特征[J].江西地质,1994,8(4):309-319.
- [13] 马杏垣,索书田.论滑覆及岩石圈内多层次滑脱构造[J].地质学报,1984,3:205-213.
- [14] 陈梦连.渣渡矿区测水煤系滑脱构造特征及其控煤作用[J].中国煤田地质,2006,18(1):9-12.
- [15] 陆天德.涟邵煤田晏家铺向斜滑脱构造特征[J].湖南地质,1991,10(4):275-280.