

内蒙古色尔腾山的推覆构造

陈志勇¹ 温长顺² 张维杰²

(1. 内蒙古地质调查院, 呼和浩特 010010; 2. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要: 基于 1:5 万地质调查资料和野外重点地区的解剖研究, 结合深部地球物理资料, 阐述了色尔腾地区逆冲推覆构造的特征, 详细探讨了本区推覆构造的动力学机制, 认为色尔腾山总体为一巨型推覆体, 且造成本区大规模逆冲推覆的主要动力是局部应力场的作用——相向地幔环流体系的隆升。

关键词: 逆冲推覆; 成因机制; 内蒙古。

中图分类号: P542⁺.3 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2000)03-0237-05

作者简介: 陈志勇, 男, 1962 年生, 高级工程师, 1999 年毕业于中国地质大学(北京), 获理学硕士学位, 现从事构造地质学方面的生产和科研工作。

色尔腾山位于内蒙古中西部, 大地构造位置属华北地台北缘西段, 为阴山山脉之一部分, 总体呈一近东西走向的“菱形”块体, 北跨小余太川, 与渣尔泰山相邻, 南以大余太川为界与乌拉山相毗(图 1)。

20 世纪 70 年代初, 内蒙古地质局区域地质测量队在该区进行 1:20 万地质填图时发现了区内多条逆断层, 并认为本区燕山晚期以由北向南推覆为主。80 年代末至 90 年代初, 内蒙古地矿局第一区域地质调查队在该区进行了 1:5 万地质填图工作, 进一步确定区内存在大规模逆冲逆掩断层, 并认定区内存在逆冲推覆^[1]。本文在结合有关地球物理剖面资料和地震剖面资料的基础上, 通过进一步野外地质调查, 阐述了该区推覆构造特征, 并对该推覆构造的动力学机制进行了探讨。

1 区域地质概况

色尔腾山地区出露的岩石, 既有属地层范围的前寒武纪乌拉山岩群、色尔腾山岩群、渣尔泰山群及古生代、中生代沉积, 又有从新太古代 TTG 岩系到元古宙及其以后的侵入岩。

该区构造运动非常强烈, 其表现形式是各时代

地质体特别是前寒武纪地质体的强烈构造变形和发育的断裂构造。中生代以来, 地壳南北向拉张、挤压交替进行, 形成了近东西走向山脉与盆地相间排列的地貌景观, 特别是晚侏罗世—早白垩世的大规模逆冲推覆, 最终奠定了该区总体断裂构造的格局。

2 推覆构造

2.1 组合特征

5 条逆掩断层共同构成了色尔腾山的主体推覆构造, 它们分别是: ①白彦花—陈三沟逆掩断层; ②点力素太泰—召庙逆掩断层; ③羊尾沟逆掩断层; ④王成沟—东五分子逆掩断层; ⑤煤窑沟逆断层。

从平面展布上看(图 1), ④, ⑤两断层总体呈 NWW 向延伸。在 ①, ②与 ⑤断层之间主要为呈 NWW 向带状分布的侏罗系, 侏罗系的两侧为太古宙、元古宙变质岩系。断层 ①, ②呈向南凸出的舌状, 且 ②被 ①所切断, 同时, 断层 ①, ②, ③又都受到 ④的切割。

从剖面上看(图 2)主逆掩断层与次级断裂共同构成了南北对冲的推覆构造系统。在北部由主断层 ①, ②, ③, ④及一系列断面北倾的逆断层, 构成一个向南逆冲的多重推覆构造。主推覆构造面(①, ②, ③, ④)倾向北、倾角 30°~40°。次级断裂为断面北倾的逆断层系, 断面倾角较大, 且向下与主断面相交。



图 1 色尔腾山地区区域构造

Fig. 1 Sketch map of regional structure in the Mount Seerteng

1. 第四系; 2. 下白垩统; 3. 中一下侏罗统; 4. 石炭—二叠系; 5. 奥陶系; 6. 震旦系什那干组; 7. 中元古界渣尔泰山群; 8. 色尔腾山群及古—中元古代侵入岩; 9. 太古宙变质岩系; 10. 推覆断层; 11. 剖面位置



图 2 色尔腾山地区地质剖面图

Fig. 2 Geological section of the Mount Seerteng

1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 中一下侏罗统; 4. 渣尔泰山群; 5. 色尔腾山群; 6. 太古宙深变质岩; 7. 中元古代花岗岩; 8. 古元古代英云闪长岩、辉长岩; 9. 推覆断层



图 3 营盘湾北点力素泰—召庙推覆体前缘地质构造剖面

Fig. 3 Geological structure profile of the Dianlisutai - Zaomiao thrust-plate in northern Yingpanwan

1. 中下侏罗统; 2. 古元古代闪长岩、辉长岩; 3. 太古宙花岗质片麻岩

推覆构造作用的结果,使得北部的寒武变质岩向南逆冲于侏罗系之上,并在推覆构造的南缘出现构造窗及飞来峰(图 3),同时由于推覆构造面间的相

互切割,造成了推覆体间的相互叠置,反映出多重推覆的特点.

南部煤窑沟断裂⑤呈 NWW 向延伸,在煤窑沟

一带被白垩系所覆盖.断层面倾向南、倾角 $30^{\circ} \pm$. 以此为主断面,南部的太古宙片麻岩向北逆冲.在西部煤窑沟一带,片麻岩逆冲于奥陶、石炭—二叠系之上;在东部营盘湾一带,片麻岩直接推覆于侏罗系之上.

2.2 推覆体及运移方向

从平面和剖面上(图 1,2)可以清楚地看出,色尔腾山为一南北对冲,北强南弱的多重推覆构造系统.其中推覆系统的北部为一后叠式推覆构造,规模较大,并由 4 条规模不等的推覆断层(断裂面北倾)切割成 4 个较大的推覆体.靠近西部大余太川以北一带①断层,推覆距离相对较小,为 5~10 km,推覆方向为 $45^{\circ} \sim 225^{\circ}$;东部白云常合山—公益明一带②断层,推覆距离至少为 15~25 km,推覆方向 $30^{\circ} \sim 210^{\circ}$.推覆体下盘岩系为中下侏罗统.推覆体前缘“飞来峰”、“构造窗”较为发育(图 3),推覆体后部召沟—东五分子一线的变质岩系内亦零星分布着由侏罗系构成的“构造窗”.推覆系统的南部相对简单,表现为太古宙片麻岩盖在古生界及侏罗系之上.由于推覆构造作用,在下盘岩系中发生强烈的紧闭同斜倒转褶皱,反映了由南向北的推覆作用,推覆距离大于 200 m.

根据构造窗的展布特点和东胜南—白云鄂博浅源地震剖面^[2]及内蒙蒙南盆地群重磁电综合剖面的综合分析认为,色尔腾山从磨石坝—白云常合山—公益明一带的地质体整体是一推覆体,其下应是侏罗系含煤岩系(图 4).

2.3 时代

在推覆体下盘侏罗纪地层中采集到大量植物化

石,时代属早—中侏罗世,相当于牛津阶以前^[3].不整合覆盖在推覆断层之上的下白垩统李三沟组内含介形虫、孢粉、瓣腮类、腕足类和爬行类化石^[4],相当于西北地区环河—华池组,华北地区金刚山组上部、建昌组和九佛堂组,故李三沟组的沉积时代为凡兰吟阶—欧特里夫阶.武川地区有 (119 ± 2) Ma^[5]和 137 Ma^[6]岩体侵入推覆断层;故该区推覆作用的起始时间为晚侏罗世,大约 157 Ma 左右,结束于早白垩世贝利阿期阶末,约 140 Ma.

3 深部地球物理特征

百灵庙—清水河大地电磁测深剖面图证实^[7]:呼和浩特—包头平原区地壳中间低速高导层下界面之上地壳厚约 21 km;大青山区地壳中间低速高导层下界面之上地壳厚约 31 km;大青山以北地壳中间低速高导层下界面之上壳厚约 25 km.不难看出大青山区低速高导层的位置低于两侧(南侧呼包盆地,北侧武川—固阳盆地)约 10 km,显示南北两侧上升,中间相对下降的地质构造特征.

白云鄂博—东胜南综合地球物理剖面^[7]显示,上述低速高导层的深度与深地震低速层(波速为 6.1~6.2 m/s)的深度十分接近,它们应是同一物理层.高导层的错开位置正好是深地震低速层的间断处,它们共同反映的是大型断裂破碎带的位置.从与其配套的浅源地震剖面得知,包头南北两侧的大断裂界面是相背的,即南侧向南倾,北侧向北倾,这正好与深源地震剖面层速度间断面的倾向完全一致.

图 4 根据宏观地质构造剖面和浅源地震剖面推断的色尔腾山剖面

Fig. 4 Geological structure profile of the Mount Seerteng

1. 下白垩统固阳组;2. 下白垩统李三沟组;3. 中—下侏罗统煤系地层;4. 太古—元古宙变质岩系. 空白者为推覆体



将浅源、深源地震资料统合起来,那么以乌拉山为中心,南北各有一个大型的断裂破碎岩带——大型拆离面。大型拆离面的出口正好与乌拉山南北两侧大型糜棱岩、糜棱片麻岩带吻合。北侧糜棱片麻岩带西入大余太川,经王五沟—忽鸡沟北到下湿壕,东延不详;南侧糜棱岩带西入河套平原,向东经乌拉山南麓、石拐煤盆地南侧,沿大青山南麓东延。两个巨型拆离与本区燕山晚期推覆构造沿乌拉山—大青山南北对冲的巨型构造界面相一致,色尔腾山地区的推覆构造正是乌拉山北侧巨型拆离面上部次一级拆离面物质构造迁移的结果。

存在这两个巨型构造界面就不难理解包头—呼和浩特—旗下营乌拉山、大青山一带由南向北的推覆构造和固阳—武川—四子王旗南总体由北向南的推覆作用,其实它们是同一构造应力场下的构造产物,仅仅在发育时间上有先后之别,在规模上因地而异。

4 推覆构造动力学机制

4.1 前人研究进展

内蒙中部地区燕山晚期推覆构造的动力学机制研究是目前研究推覆构造的“热点”,各种观点众说纷纭,莫衷一是。胡宝全等^[8]认为:(1)乌拉山地区的整个乌拉山为一外来系统,其北色尔腾山岩群及中元古界渣尔泰山群等属原地系统,大型推覆构造使上太古界乌拉山群重复叠加并形成隆起;(2)推覆断层露在乌拉山北坡靠近大余太川一侧,近东西走向,应力是由南向北挤压,推覆时代为古元古代之后、寒武纪之前,燕山期推覆构造是继承性活动;(3)推覆于大青山之上的上太古界乌拉山群来自鄂尔多斯地块深部。张振法^[2]认为:(1)乌拉山地区不存在乌拉山群推覆于乌拉山群之上的重复叠加现象;(2)内蒙地轴由异常地幔的高度发育导致了中生代内蒙地轴激烈的垂直运动;蒙古古生代板块和华北板块缝合后的继续挤压,使内蒙地轴发生了强烈的水平运动,阴山南北发生对冲。朱绅玉^[6]认为中生代时期,印度板块向北俯冲和挤压,其作用通过扬子板块向北传递,西伯利亚板块在此期间仍可能存在着向南的继续运动和挤压,两个南北向的挤压应力集中于阴山地区,导致了大规模逆冲推覆构造的发生;Davis等^[5]及和政军等^[9]认为西伯利亚板块与华北板块间的蒙古—鄂霍茨克洋的闭合(早白垩世完成)

的远场传递效应是该区大规模推覆构造的动力。

远场应力传递不是没有可能,一般来说,能干性相同的块体在接受应力时最初变形应该是靠近应力集中地段,远离应力变形逐渐减弱才符合受力变形原理。本区侏罗纪—白垩纪至少经历了4次^[10]挤压和拉张的交替,NW—SE向太平洋板块的挤压应力场难以形成近NS向的逆冲推覆。是别的应力造成鄂霍茨克洋的封闭,还是鄂霍茨克洋的封闭应力远场传递到了内蒙地轴?笔者认为华北地台北缘近东西向推覆构造的形成可能与另外一种动力作用方式有关。

4.2 动力机制探讨

地震剖面显示内蒙地轴岩石圈厚度仅56~80 km,岩石圈底界面之下 v_0 速度7.6~7.7 km/s,密度3.2 g/cm³(低速高层),是典型的异常地幔速度结构^[2]。

大地电磁测深剖面显示:纵向上表现为多层电阻率结构,横向上明显受区域地质构造控制,不同大地构造单元显示不同的电性特征。长而狭窄的内蒙地轴下部上地幔低速高导层埋深约80~90 km,为软流层上凸和异常地幔发育区。电性结构特征所显示的内蒙地轴岩石圈变薄与地震资料基本一致^[2]。

众所周知,板块的运动是地幔对流的结果。在大洋中脊和裂谷区地幔背向对流,洋中脊上拱,远离洋中脊变为水平的“拖”动力,驮着板块相背运动。既然地幔环流体系有相背运动,那么就存在相向运动的部位。东西向的内蒙地轴燕山晚期正好处于这种相向对流的地幔异常区,产生了以地轴为中心线相向的水平挤压应力和差异升降的垂直应力。正是这两种应力的共同作用造成了该区以乌拉山—大青山为中心线的南北向对冲,而色尔腾山推覆作用则是其北翼次一级推覆的产物。

地幔是由许多个不同大小级别的环流体系构成,地壳在地球自转的总体控制下不断在地幔上部漂移,因此地壳可以在一段时间内(地质年代)处于以相向地幔环流体系为主要应力的应力控制之下(挤压、升降),另一段时间则处于相背地幔环流体系为主要应力的应力控制下(拉张、升降)。这种局部应力场的作用在远离大型板块边界的地段对岩石构造变形、区域构造运动起主导作用,中生代以来本区南北向挤压、拉张应力的频繁交替作用,正是由于该区不同时间受不同运动方向地幔环流体系控制的结果。

在全球板块作用统一应力体制下,各地区正是处于不同地幔环流体系之上,因环流体系的大小级别不同、运动方向不同才产生了不同地区构造运动的差异性和独特性。

5 色尔腾山推覆体根带位置

由盆缘向盆地中心对冲的特点正是板内逆冲推覆一般所共有的构造特点。色尔腾山推覆体的物源可能就位于盆地边缘附近。根据前寒武纪变质岩逆冲推覆于侏罗系之上的事实,如果色尔腾山推覆体的物质来源于小余太川北部的渣尔泰山一带,则小余太川的沉积物纵向上应具有“三层”结构,即上部为白垩系,中间为推覆体(前寒武纪变质岩),其下为侏罗系和前寒武纪变质岩。但根据小余太川一带的钻孔资料证实,白垩系之下均是前寒武纪变质岩系。地球物理资料亦证实小余太川盆地内位于白垩系之下的前寒武纪变质岩构成了盆地的基底,其下并没有侏罗系。因此推测色尔腾山推覆体的物源来自小余太川的深部。

根据色尔腾山岩群韧性剪切带形成的温压测试结果,剪切带形成于地下 11 km 深处。这一数据基本和乌拉山低速高导层与固阳以北低速高导层错开的距离吻合,从而推测色尔腾山岩群是从小余太川地壳深部由于逆冲推覆构造作用运移到地表的。

因此,色尔腾山推覆体的物质来源于小余太川深部,浅源地震剖面^[2]所显示的小余太川中间的垂直断裂正是物质上移的重要通道。据此我们可以推断白彦花—营盘湾煤盆地南部由南向北的逆冲推覆体物源来自于大余太川深部,其向北逆冲的主要原因是乌拉山北侧沿巨型拆离面向南逆冲的反冲作用。

6 结论

(1)色尔腾山逆冲推覆构造是在地幔上隆的差异性垂直运动,以及由地幔相向环流体系造成的水平挤压力的作用下,在乌拉山北侧小余太川深部物质沿大型拆离面发生大规模上升迁移推覆造成的。

(2)色尔腾山逆冲推覆构造和乌拉山、大青山其他地区的逆冲推覆构造一样属板内隆缘型“厚皮”逆

冲推覆构造,它形成始于晚侏罗世,结束于早白垩世晚期。区内总体以白彦花—营盘湾煤盆地为中心由盆缘向盆地逆冲推覆。其中北推覆体宏观推覆方向为由北东向南西,物质来源于小余太川地下 11 km 处,推覆距离大于 20~25 km;南推覆体为乌拉山北侧向北逆冲之反冲系统,物源来自大余太川深部,推覆方向由南向北,推覆距离大于 200 m。

(3)沿震旦系什那干组的分布地带:大余太—营盘湾—固阳—下湿壕—乌兰不浪—大滩—察哈尔右翼中旗为一巨型推覆体前峰,其根部位于刘鸿湾—小余太—西斗铺—三合明—四子王旗一带。什那干组海相碳酸盐沉积从大余太开始向东近 EW 向线状展布,南北出露小于 1 km,其宽度缩小的原因是燕山晚期逆冲推覆构造的挤压、掩盖所致。

(4)大、小余太川之下,可能不存在侏罗系。

参考文献:

- [1] 陈志勇. 内蒙古中部色尔腾山推覆构造及找矿探讨[J]. 内蒙古地质科技, 1993, (3~4): 10~13.
- [2] 张振法. 阴山山链隆起机制及有关问题探讨[J]. 内蒙古地质, 1995, (1~2): 17~33.
- [3] 中国地质科学院主编. 中国地层(1)——中国地层概论[M]. 北京:地质出版社, 1982. 465~470.
- [4] 谭琳, 王思恩, 庞其清, 等. 内蒙古固阳盆地中生代地层古生物[M]. 北京:地质出版社, 1982.
- [5] Davis G A, Zheng Y D, Zhang C H, et al. Geometry and geochronology of Yanshan belt tectonics [A]. 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集[C]. 北京:地质出版社, 1998. 257~292.
- [6] 朱绅玉. 内蒙古色尔腾山—大青山地区推覆构造[J]. 内蒙古地质, 1997, (1): 41~47.
- [7] 张振法. 内蒙古主要山体“山根”问题研讨[J]. 物探与化探, 1990, 14(3): 232~238.
- [8] 胡宝全, 常忠耀, 张文聪, 等. 阴山(包头段)大型推覆构造基本特征及其与金矿区域成矿关系[J]. 内蒙古地质, 1990, (1): 1~7.
- [9] 和政军, 李锦铁, 牛宝贵, 等. 燕山—阴山地区晚侏罗纪强烈推覆—隆升事件及沉积响应[J]. 地质论评, 1998, 44(1): 173~178.
- [10] 朱绅玉, 杨继先. 阴山带燕山运动特征[J]. 内蒙古地质, 1998, (2): 29~38.