

文章编号: 1006-6616 (2000) 01-0044-08

略论华北地块北缘显生宙三类不同的造山作用

吴 珍 汉

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘 要: 华北地块北缘显生宙发育3种不同类型的造山作用。古生代, 华北地块北缘处于古亚洲洋构造域, 造山作用属陆缘俯冲-碰撞型, 形成以EW向至NEE向为主的褶皱、逆冲推覆构造及韧性剪切带等构造类型。造山机制与古亚洲洋板块向南俯冲-碰撞导致近SN向构造动力的挤压作用密切相关。中生代, 华北地块北缘处于西滨太平洋构造域, 造山作用以陆内挤压型为主, 形成以NE—NNE向与近EW向为主的多期不同方向的褶皱、逆冲断裂、推覆构造、韧性剪切带及局部地区的固态塑性流变构造等构造类型; 造山动力以古太平洋(或Izanagi)板块西向俯冲导致NW—NWW向强烈挤压力为主。新生代, 华北地块北缘虽仍属西滨太平洋构造域, 但造山作用以陆内伸展型为主, 裂谷作用与陆内伸展构造居主导地位, 褶皱变形微弱, 张性—张扭性断裂活动显著, 形成现今盆-山构造地貌格局; 造山动力以NW—NWW向主张应力为主。造山类型的两次重大转换分别发生于早、中三叠世与晚白垩世。

关键词: 造山作用类型; 造山机制; 显生宙; 华北地块北缘

中图分类号: P542⁺.2

文献标识码: A

1 显生宙造山类型与造山作用特点

华北地块北缘古生代、中生代与新生代分别发育陆缘俯冲-碰撞造山、陆内挤压造山与陆内伸展造山三类不同的造山作用(表1), 国内外学者从不同角度建立了诸多不同的造山模式^[1~7]。

1.1 古生代陆缘俯冲-碰撞造山作用

古生代, 华北地块北缘处于古亚洲洋南缘, 与西伯利亚大陆板块隔古亚洲洋相望。随着古亚洲洋板块向华北大陆板块下的俯冲及微陆块间的碰撞, 在华北克拉通北缘与兴蒙-吉黑南部逐渐形成发展起来的近EW向展布的巨大陆缘俯冲-碰撞造山带, 形成复理石建造、硅质岩建造、细碧角斑岩建造、枕状熔岩、混杂堆积、磨拉石建造与双变质带等板缘造山带常见的典型建造类型。在贺根山、索伦山、温都尔庙—西拉木伦河等地带, 形成多期蛇绿岩套, 发育加

收稿日期: 1999-02-01

基金项目: 原地矿部“八五”攻关课题(85-01-002-01), “九五”重点基础研究项目(9501111), 国土资源部基础研究项目(992026)

作者简介: 吴珍汉(1965—), 博士, 研究员, 长期致力于燕山造山带区域构造与内生金属矿床研究工作。

里东期与华力西期岛弧型火山岩带和多期强烈的中酸性侵入岩系。槽区（兴蒙褶皱系）海底火山喷发强烈，台区（华北地块）火山活动微弱，形成以近 EW—NEE 向为主的大量褶皱、逆

表 1 华北地块北缘显生宙造山类型及其基本特征对比表

Table 1 Comparison of different types of the Phanerozoic orogenesis of northern marginal areas of North China Block

主要造山类型	新生代陆内伸展造山	中生代陆内挤压造山	古生代陆缘俯冲-碰撞造山
大地构造环境	欧亚大陆东部，离陆缘俯冲带大于 1000km	欧亚大陆东部，离当时俯冲带大于 500km	古亚洲洋南部活动大陆边缘
构造变形特点与构造格局	垂向不均匀升降居主导地位，水平方向以强烈伸展为特征；裂隙作用显著，形成现今盆—岭构造地貌格局；地震活动性强，褶皱变形微弱	存在 SN 向与 NW—SE 向强烈挤压作用，形成多期褶皱变形、多方向多层次滑脱与逆冲推覆、韧性剪切及固态塑性流变等构造类型；尚发育一些同沉积断裂与变质核杂岩构造	自古亚洲洋向南，依次为深海盆地—俯冲带—岛弧带—弧后盆地—活动大陆边缘—稳定克拉通，形成以近 EW 向为主的逆冲推覆、褶皱及韧性剪切等构造
主要构造线方向	NE—NEE 向与 EW 向同沉积断裂，NW 向扭性—压扭性断裂	早印支期以 EW 向构造为主，晚印支—早燕山期以 NE 向与 EW 向构造为主，晚燕山期以 NNE 向构造为主	近 EW 向构造居主导地位
侵入岩组合	侵入岩出露很少，仅在京北白河堡出露少量辉长岩体，在冀北坝上高原等地出露一些辉绿岩脉	花岗岩—花岗闪长岩—闪长岩—二长岩—正长岩—碱性杂岩，局部地区发育少量基性—超基性侵入岩，岩体数量超过 600 个	基性—超基性岩，花岗岩—花岗闪长岩—闪长岩—二长岩—碱性岩，岩体数量近 100 个
火山岩组合	大陆碱性—钙碱性玄武岩类	陆内多期火山喷发，以基性—中性—中酸性—酸性火山岩为主，局部发育碱性火山岩系	槽区发育多期基性—超基性火山岩系及中基性—中性—中酸性火山岩系，一些具典型枕状构造；台区火山活动微弱
变质特点	未变质	接触热变质作用为主，区域变质作用微弱	低绿片岩相区域变质为主
区域金多金属成矿特点	矿化微弱，仅形成一些砂金矿点与氧化矿体，局部伴有火山热液型金铜矿化	矿化强度大，是最重要的成矿时期。矿床规模大、数量多、类型复杂，形成大量矽卡岩型铜铅锌矿床、热液型脉状金银铅铜矿床、斑岩型铜钼矿床、火山—次火山岩型金银矿、蚀变岩型金矿与碱性岩型金矿等矿床类型	矿化强度较大，在槽区形成块状硫化物型多金属矿，在陆缘构造—岩浆带形成基性—超基性岩型铅铜镍矿、韧性剪切型金矿、斑岩型钼矿等矿床类型
区域构造应力场及其动力来源	最大主压应力以 NE—SW 向为主，最小主压应力以 NW—SE 向为主，构造动力主要为欧亚大陆西向运动所致 NW—NWW 向拉伸应力	最大主压应力以 NW—SE 向为主，最小主压应力以 NE—SW 向为主，构造动力主要来自于太平洋板块向西俯冲所致强大挤压力，早期尚有较强 SN 向挤压	最大主压应力以 SN 向为主，最小主压应力以 EW 向为主，构造动力主要来自于古亚洲洋板块向南俯冲所致挤压力
构造域归属	西滨太平洋构造域	西滨太平洋构造域	古亚洲洋构造域

冲断裂、推覆构造、片理与劈理化带。在阴山—燕山—辽西北部，形成数十条上百公里长的近EW向韧性剪切带。其中规模最大的韧性剪切带西起崇礼以西，东至阜新以东，经过赤城、丰宁、隆化、大庙、建平、朝阳北等地，由30余条断续分布的韧性剪切带、片理化带及其间弱变形的岩块构成东西长达700km，南部宽达30km(图1)。该韧性剪切带糜棱岩测得 ^{39}Ar - ^{40}Ar 法坪年龄为280Ma。造山事件伴有广泛的低绿片岩相—低角闪岩相区域变质作用与古岛弧斑岩型铜矿化(白乃庙)、古陆缘活动带斑岩型钼矿化(撒岱沟门)及韧性剪切型金矿化(排山楼)。早古生代板缘俯冲带位于温都尔庙—西拉木伦河一带，晚古生代俯冲带北移至索伦山—苏尼特右旗一带。至晚二叠纪初期，兴蒙地块褶皱成陆并与华北克拉通完全拼合，为统一的欧亚大陆板块的重要组成部分。

1.2 中生代陆内挤压造山作用

中生代，华北地块北缘处于欧亚大陆东部，主体距当时的陆-洋边界达800~2000km。由于强烈的陆内造山和地壳运动(印支运动、燕山运动)^[2,3,8]，造成6期区域性褶皱幕(印支期2幕、燕山期4幕)，并伴有多期强烈的岩浆侵入和5期以上区域性陆内火山喷发活动，形成遍及全区600多个较大规模的中酸性侵入体与广泛分布的基性—中性—酸性火山岩系，发育多期以EW向、NE—NEE向为主的遍及全区的强烈压性—压扭性构造形迹，形成北京西山印支期固态塑性流变构造，寿王坟燕山期与岩体侵位具有成因联系的固态塑性流变构造，冀北—辽西与阴山地区印支期—早燕山期以近EW向为主的继承性韧性—韧脆性断裂构造带及以EW向、NE向为主的两大逆冲推覆构造系统(如EW向大青山推覆构造、鹰手营子推覆构造、崇礼—赤城逆冲断裂系与NE向鸡鸣山逆冲推覆构造、平泉—大吉口逆冲断裂系、牛营子推覆构造等)(图2)，发育不同深度的深层滑脱构造系统、不同方向的平移—走滑断裂系(如长春—四平断裂等)、不同方向和不同时期的褶皱及近等距分布的燕山期古盆—山构造地貌格局。中生代(尤其是燕山期)强烈的地壳运动、多期陆内造山与构造-热事件导致本区地质历史时期最强烈的金多金属内生成矿作用，形成近百个大中型金、银、铅锌、铜、钼矿床^[9]，构成颇具特色、具有典型意义的压性—压扭性构造变形居主导地位的大陆内部造山带。其造山作用表现为陆内挤压造山与陆内伸展造山相交替，但以陆内挤压造山居主导地位；在2期区域性挤压造山间隙，发育以盆地裂隙、碱性岩浆活动为特点的陆内伸展构造环境，局部地区发育典型的伸展构造—变质核杂岩构造^[10]。

1.3 新生代陆内伸展造山作用

新生代，华北地块北缘虽仍处于欧亚大陆东部，但其构造变形特点和造山机制与中生代相比却发生了重大变化。新生代地壳运动相对较弱，仅伴有轻微的褶皱变形。集宁、大兴安岭西缘、冀北、坝上、西拉木伦河沿岸、长白山与大同等局部地区，第三纪与第四纪较为强烈的碱性—钙碱性玄武岩喷发活动以陆内伸展构造变形居主导地位，张性—张扭性断裂活动强烈，裂谷作用显著，形成EW向大青山山前裂谷盆地、近EW—NEE向二连裂陷盆地及NE—NEE向华北盆地、松辽盆地、下辽河盆地、渤海湾盆地、依兰—伊通盆地与密山—敦化盆地等裂谷盆地。这些盆地主要受NE—NNE向、近EW向与NW向盆缘张性—张扭性断裂所控制(图3)。新生代较为强烈的多方向断裂构造变形及其交叉复合作用，导致较为频繁的陆内地震活动，发生了洪洞地震、通县地震、唐山地震、海城地震等7级以上地震。

华北地块北缘新生代伸展成盆过程中，盆缘山脉快速隆升，形成现今山岳地貌与盆—山构造格局(图3)。如北京八达岭地区，中新世末期经过唐县期夷平作用，八达岭山顶面与延庆盆地底面处于同一夷平面上；自上新世开始，北侧延庆盆地与南侧南口盆地开始快速裂陷。上新



图 1 华北地块北缘中段晚华力西期—印支期古构造图

Fig. 1 Palaeotectonic map of late Variscan-Indosinian in the middle section of northern marginal areas of North China Block

1. 兴蒙古生代褶皱系; 2. 台区石炭—二叠纪煤系地层等厚线; 3. 上三叠统; 4. 中、下三叠统; 5. 河湖相砂砾岩系; 6. 安山岩; 7. 玄武岩; 8. 花岗岩;
9. 花岗闪长岩; 10. 闪长岩; 11. 碱性岩; 12. 辉绿岩脉; 13. 基性-超基性岩; 14. 逆冲断裂; 15. 韧性剪切带; 16. 固态塑性流变构造;
17. 背斜; 18. 向斜; 19. 复背斜; 20. 复向斜; 21. 同位素年龄; 22. 角度不整合; 23. 推测地质界线

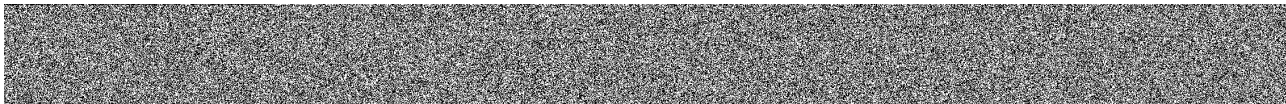


图 2 华北地块北缘中段晚燕山期古构造图

Fig. 2 Palaeotectonic map of late Yanshanian in the middle section of northern marginal areas of North China Block

1. 上白垩世; 2. 下白垩世; 3. 中新元古代—侏罗纪构造层; 4. 太古宙—古元古代构造层; 5. 砾岩系; 6. 砂、页岩系; 7. 泥岩、砂岩、砾岩互层;
8. 陆相含煤岩系; 9. 酸性火山岩系; 10. 中性火山岩系; 11. 基性火山岩系; 12. 花岗岩—花岗闪长岩; 13. 闪长岩; 14. 碱性杂岩;
15. 辉长岩; 16. 纬向压性-压扭性断裂; 17. 纬向张性-张扭性断裂; 18. NE—NNE 向逆冲断裂; 19. NE—NNE 向扭性-压扭性断裂;
20. 经向张扭性断裂; 21. 帚状构造体系; 22. 旋卷环状构造系统; 23. NW 向张性-张扭性断裂; 24. 平移-走滑断裂; 25. 背斜;
26. 向斜; 27. 一般环状构造; 28. 同沉积断裂; 29. 性质不明断裂; 30. 推断、隐伏断裂; 31. 变质核杂岩或岩浆穹隆构造;
32. 角度不整合; 33. 推测地质界线; 34. 地层产状; 35. 主断面倾向; 36. 同位素年龄; 37. 古火山口



图 3 华北地块北缘喜马拉雅期构造-建造分布图

Fig. 3 Distribution of the Cenozoic structures and formations in northern marginal areas of North China Block

1. 第四系; 2. 上第三系; 3. 下第三系; 4. 黄土与泥砂岩; 5. 陆内裂谷构造; 6. 碱性-偏碱性玄武岩; 7. 同沉积断裂;
8. 张性-张扭性活动断裂; 9. 卫片解译或隐伏断裂; 10. 火山口; 11. 新生代沉积等厚线/m

世以来延庆盆地已沉积厚达2000m的河湖相碎屑岩;在南、北两侧盆地快速裂陷的同时,八达岭山脉开始快速隆升。热年代学方法测得八达岭山脉快速隆升始于6.0Ma。自6.0Ma以来,八达岭山脉隆升幅度达到2.5km^[11],造山机制属典型的陆内伸展造山。

2 不同时期的造山动力来源与构造域归属

分析构造域归属,不仅要考虑构造所处空间位置与主要构造带走向,更应考虑构造的动力学成因联系。古生代,华北地块北缘北邻古亚洲洋,自南向北构造环境呈现出如下变化趋势:稳定大陆克拉通—陆缘构造岩浆活动带—古岛弧带—古海沟带—古深海盆地组成颇为典型的古亚洲洋南缘俯冲—碰撞带,产生自北向南的强大构造推挤力,导致古生代强烈的陆缘造山作用,造山机制与古亚洲洋板块的向南俯冲及板块间的碰撞作用密切相关。显然,古生代华北地块北缘应归属于古亚洲洋构造域。

中生代,华北地块北缘处于欧亚大陆东部,距西太平洋当时的古陆—洋边界800km以上^[8],陆内造山作用机制难以据传统的板块俯冲、板块碰撞模式予以合理解释。古构造筛分表明,自印支期—早燕山期—晚燕山期,自西向东,华北地块北缘EW向压性-压扭性构造的活动性不断减弱,而NE—NNE向压性-压扭性构造的活动性不断增强并渐居主导地位。说明自中生代早期至中生代晚期,继承性的近SN向构造挤压力不断减小,而古太平洋板块(Izanagi板块)向西俯冲所产生的NW—NWW向构造挤压力不断增强,后者至中生代中晚期已成为本区陆内挤压造山的主要构造动力。因此,中生代,华北地块北缘应归属于西滨太平洋构造域^[2,3]。

新生代,华北地块北缘虽仍处于西滨太平洋构造域^[11],但区域构造应力场与中生代相比却发生了巨大变化。华北地块北缘新生代最大主压应力方向以NE—NNE向为主,最大主张应力方向以NW—NWW向为主,最大主张应变变量远大于最大主压应变变量。新生代陆内伸展作用的主导性取代了造山带陆内挤压作用的主导性。这种伸展造山的动力来源难于与太平洋板块向西俯冲所致NW—NWW向强大构造挤压力相联系,而可能与欧亚大陆远离俯冲带的西向运动所致NW—NWW向引张力之间存在成因联系^[9]。

据沉积建造与构造变形等方面的特点推断,华北地块北缘自古亚洲构造域向西滨太平洋构造域,自陆缘俯冲—碰撞造山向陆内挤压造山的转换主要发生于早、中三叠世;而自陆内挤压造山向陆内伸展造山的转换主要发生于晚白垩世。

参 考 文 献

- [1] 任纪舜,姜春发,张正坤,秦德余.中国大地构造及其演化[M].北京:地质出版社,1980.
- [2] 崔盛芹,李锦蓉.论中国滨太平洋带的印支运动[J].地质学报,1983,57(1).
- [3] 崔盛芹,李锦蓉,赵越.论中国滨太平洋带的燕山运动[A].国际交流地质学术论文集(第二集)[C].北京:地质出版社,1985.
- [4] 邵济安,李晓波.伸展构造与造山过程[A].当代地质科学前沿[C].北京:中国地质大学出版社,1993.
- [5] Cui Shengqin, Li Jinrong. Himalayan tectonic evolution in the east Asian Peri-Pacific region[J]. Acta Geologica Sinica, 1990, 3(3): 233~246.
- [6] Tapponnier P, Molnar P. Active faulting and Cenozoic tectonics of China[J]. Jour. Geophys. Res., 1979, 84: 3425

~3459.

- [7] Gaku Kimura, Masaki Takahashi and Masaru Kono. Mesozoic collision-extrusion tectonics in eastern Asia [J]. *Tectonophysics*, 1990, 181: 15~23.
- [8] Cui Shengqin, Wu Zhenhan. On the Mesozoic and Cenozoic intracontinental orogenesis of Yanshan area, China [J]. In: *Proc. of 30th Int'l. Geol. Congr.*, 1997, 14: 277~292. VSP, the Netherland.
- [9] 吴珍汉, 孟宪刚. 燕山陆内造山带金-多金属成矿作用与构造-成矿关系 [M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [10] Davies G A, Qian Xianglin and Zhen Yadong. The Huairou (Shuiyu) ductile shear zone, Yunmengshan Mts. [M]. 30th IGC Field Trip Guide T209. Geological Publishing House, Beijing, 1996.
- [11] Wu Zhenhan, Cui Shengqin. Thermal-tectonic evolution and uplift history of Badaling mountains [J]. *Journal of Geomechanics (English supplement)*, 1996, 75~78.

THREE DIFFERENT TYPES OF PHANEROZOIC OROGENESIS OF NORTHERN BORDER AREA OF NORTH CHINA CRATON

WU Zhen-han

(Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China)

Abstract: Three different types of Phanerozoic orogenesis are identified in the northern border area of North China Craton. In the Paleozoic era, the northern border area of North China Craton belonged to the tectonic domain of south peri-Paleozoic ocean and is characterized by subduction-collision orogenesis, leading to the formation of EW- to ENE-trending folds, thrust faults, nappes and ductile shear zones etc. In the Mesozoic era, it was located in the interior of east Eurasia continent and belonged to west peri-Pacific tectonic domain and underwent intracontinental compression orogenesis separated by 6 periods of regional unconformity, more than 5 periods of regional volcanic eruption and plutonism, and strong compressional deformation, producing E-W-, NE-, and NNE- trending folds, thrust faults, nappes, ductile shear zones in the whole area, and structural systems of solid state plastic flow and ring structures in some local areas due to northwestward to westward increasing compression arising mainly from the subduction of the Pacific plate. In the Cenozoic era, it experienced intracontinental extensional orogenesis marked by widespread rifting and extensional faulting with weak folding, giving rise eventually to the present-day tectonogeomorphic features of basins and ranges. This regional extension is believed to be caused by the westward motion of Eurasia plate from the subduction zone.

The transfer of these orogenesis types occurred respectively in the early-middle Triassic and late Cretaceous.

Key words: types of orogenesis; geodynamics of orogeny; Phanerozoic; Northern border area of North China Block