

华北北部在古亚洲域与古太平洋域构造叠加过程中的地质作用*

邵济安 牟保磊 何国琦

(北京大学地质学系, 北京 100871)

张履桥

(内蒙古地质研究所, 呼和浩特 010020)

摘要 华北北部处于古亚洲域与古太平洋域构造叠加部位, 晚古生代末-中生代初正处在2个构造域叠加的重要时期. 将通过地表和深部地质作用的耦合来论证这一时期处于岩石圈调整、热界面抬升、地壳伸展的初始阶段. 在此基础上对印支运动提出新的认识.

关键词 华北北部 构造叠加 伸展作用

华北北部包括华北克拉通的北部和相邻的兴安褶皱带南段. 这里是古亚洲域近东西方向构造线与古滨太平洋北北东方向构造线叠加最明显的部位(图1), 本文将晚三叠世-早白垩世

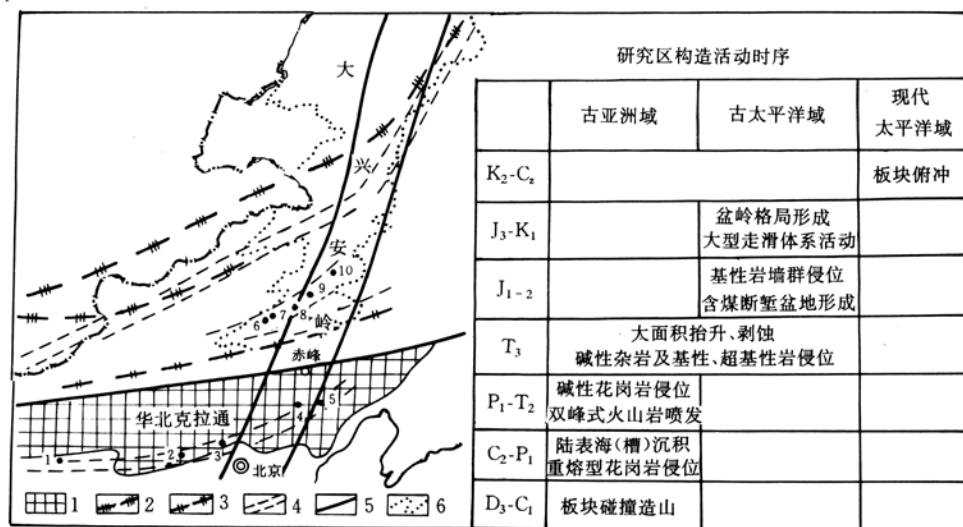


图1 华北北部构造简图

1 示华北克拉通, 2 示晚古生代板块缝合带, 3 示早古生代板块俯冲带, 4 为古生代晚期-中生代早期上叠型构造岩浆活动带, 5 示大型断裂带, 6 示大兴安岭隆起区; 图中数字均为晚三叠世基性-超基性岩或幔源包体产出地点: 1 示大红山, 2 示阳原, 3 示矾山, 4 示八里罕, 5 示凌源, 6 示兰家营子, 7 示八楞山, 8 示海苏沟, 9 示骆驼场, 10 示甘珠尔庙

以走滑体制为主的称为古太平洋板块,区别于之后以俯冲体制为主的现代太平洋板块。晚古生代末到中生代初(P_1 -T)正是两个构造域构造演化叠加的时期。近一二十年来,根据华北三叠系地层和同期岩浆活动的厘定,一些学者^[1-4]提出了华北印支运动的问题。多数认为是一个挤压造山运动,但也有人注意到了早中生代华北北部的伸展作用^[5,6]。本文认为不同阶段不同体制的交替、叠加是华北北部古生代末-中生代初大陆岩石圈演变中的重大事件,拟从深部地质过程与浅部地质作用耦合的角度去理解这一巨大变革的深刻背景和意义。为讨论方便,将 P_1 -T 阶段称为构造叠加期。

1 叠加期前华北北部构造演化背景

晚古生代大部分时间(D_3 - P_1 早期)本区处于华北板块北邻的古亚洲洋消亡并与北邻板块碰撞造山的过程中。古亚洲洋的闭合是包含了许多微陆块的逐渐敛合,有些地段(如蒙古戈壁阿尔泰达来嘎德扎德)是以陆屑物质和火山物质的堆积而结束的^[7]。与这种软碰撞相关的造山作用相对较弱,延续的时间也有限。晚泥盆世-早石炭世的磨拉石建造、重熔型花岗岩(369~315 Ma)和低压相系的变质岩(变质年龄 318~324 Ma)标志着与造山作用有关的硅铝壳增厚的过程。此时的华北克拉通处于隆起剥蚀的状态。

中石炭至早二叠世早期本区北部处于两大板块持续会聚的挤压环境中,出现了被东西向隆起分割的陆表海,接受了 3 000~5 000 m 的火山-沉积岩系。伴随挤压全区形成大面积重熔花岗岩。按着重熔花岗岩类型从北向南本区可划分为 3 个花岗岩带^[8], K_2O 含量依次递增,清楚地反映了基底对岩浆岩分带的控制作用。这一现象暗示了亚洲大陆持续而又缓慢的会聚作用。此时华北克拉通燕山地区大部分成为陆相含煤的拗陷盆地。如果把 D_3 - C_1 看作造山作用主要阶段,那么 C_2 - P_1 早期则相当于造山作用的延续阶段。这两段时期反映了挤压背景下能量集聚及大陆逐渐固结的过程。

2 叠加期地表地质现象

2.1 受裂谷控制的双峰式火山岩的喷发(P_1)

从华北克拉通北缘经兴安造山带一直到蒙古乌兰巴托一带,根据早二叠世(部分晚石炭世)火山岩的性质及其构造特征可划分 8 条裂谷带,多数沿不同时期褶皱带的界限或构造薄弱带发育,只有南兴安裂谷带跨过不同构造单元,表现了上叠构造的性质^[9],裂谷带内有巨厚(>5 000 m)的海相、海陆交互相的火山-沉积岩系,火山岩由双峰式火山岩组成。裂谷带中以经过二连浩特附近的戈壁天山-宝力格带连续性最好,由拉斑玄武岩系列和碱性系列的玄武岩和流纹岩构成双峰式火山岩。南兴安带玄武岩中存在大量游离的硅铁球,铁元素百分含量高,为 8%~9%,个别大于 15%,玄武岩 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 为 0.704 2~0.705,显示岩浆来源之深。此外,火山岩分异指数 D1 集中在 30~40 和 80~85 两个区间,具典型的双峰特征。稀土元素的 $\Sigma Ce/\Sigma Yb$ 值集中在 1~3.5 之间,属大陆拉斑玄武岩,是大陆裂谷的火山岩建造。在这套火山岩之上的沉积岩表现了浊积岩特征。

2.2 湖-河相泥砂质沉积(P_2 - T_1)

在南兴安裂谷火山岩之上往往连续沉积了一套黑色湖泊相沉积(5 000 m,命名为林西组),含双壳类化石,化石保存的十分好。内蒙古第十勘查设计院研究了在林东发现的一套紫

红色砂砾岩,命名为谭家湾组,分布范围不大,从地质演化角度看谭家湾组比林西组更晚.中上三叠统的大面积缺失,标志着全面进入整体抬升阶段.综上所述,从早二叠世末期到三叠纪末,兴安带地表形成了一套由双峰式火山岩-黑色湖相沉积-红色山间河流相建造,标志着大陆壳经历了拉伸、裂隙、堆积、隆升、剥蚀的全过程.同时,燕山地区晚三叠世古地理、古构造格局也发生重大变化,杏石口组为一套陆相磨拉石建造^[4],标志着大面积剥蚀夷平.地表地质作用总是深部地质过程的响应.从地表的裂隙到隆升,暗示着地壳深部热界面的抬升.深部岩浆侵位滞后于地表火山喷发(图 1).

3 叠加期深部作用

3.1 碱性花岗岩侵位

晚古生代末-三叠纪初在中国北疆及邻区分布了长 5 000 km,宽 600 km 的碱性花岗岩带,主要分布在戈壁-天山-兴安一带.它们与双峰式拉斑系列玄武岩和碱流岩密切共生或形成于稍后一段时间,我国境内主要集中在二叠纪末期-三叠纪早期.包括东乌珠穆沁旗沙尔哈达碱性花岗岩、阿巴嘎扎腊乌拉岩体($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 可达 8%~11.3%)、苏尼特左旗横得楞霓石-钠闪石花岗岩^[9,10].

3.2 碱性杂岩侵位

华北克拉通从西到东(包头大红山、张家口水泉沟、阳原响水沟、阳原姚家庄、涿鹿矾山、喀喇沁、凌源河坎子等)分布了一套碱性杂岩体,从形成时代来看,略晚于北部碱性花岗岩带,主要形成时间从晚二叠世到三叠纪,(248~218 Ma),多数集中在中~晚三叠世.杂岩体岩石类型包括透辉正长岩、霓霞正长岩、异性石霞石正长岩、磷霞岩、黑云母正长辉石岩、钛榴石辉石正长岩、含霞云辉正长岩、白榴斑岩、响岩等.除了个别岩体外,大多数碱性杂岩体富钾、富磷,通过对岩石学、REE 和微量元素地球化学、氧和锶同位素的研究,表明碱性杂岩是富集不相容元素并富含挥发组分的上地幔低熔融部分的产物^[5].

3.3 基性-超基性岩侵位

在大兴安岭主峰地区从林西到甘珠尔庙零星分布了一些以晚三叠世为主的基性-超基性的岩体和被中基性岩携带上来的包体.这套岩石分布零星、出露面积小,过去常为人们所忽视.作为侵入岩的有林西八楞山辉长岩(Rb-Sr 等时线年龄为 228 Ma)、海苏坝辉石岩(Rb-Sr 等时线年龄为 202 Ma)和甘珠尔庙的脑央乌拉辉长岩(锆石 U-Pb 法年龄为 241 Ma¹⁾)及阿勒坦纯橄岩,作为幔源或深源包体的有林东骆驼场角闪二长岩中的辉石岩、辉长岩(Rb-Sr 等时线年龄为 229 Ma^[11])和林西兰家营子闪长岩中的含橄辉长岩(Rb-Sr 等时线年龄为 210 Ma).前述类型的侵入岩均侵入上二叠统林西组的板岩中,八楞山辉长岩可见围岩捕虏体及穿插围岩的侵入接触关系.后一类型的包体大小不均地分布在中基性岩中.如骆驼场岩体过去被看作由中心辉石岩、辉长岩及外围闪长岩、角闪二长岩组成的环状杂岩体^[11].经野外调查发现含金云母橄榄辉石岩、黑云母辉石岩以及辉长岩均为数米至数百米直径不等的包体“漂浮”在角闪二长岩中.地球物理重磁资料也揭示了这些基性-超基性岩是无根的岩块.据镜下观察判断,某些“辉长岩”实属早期晶出的辉石岩被后来的闪长质岩石混染的结果.兰家营子含橄

1) 内蒙古乌盟德纳吉幅 1:5 万地质图说明书

辉长岩清楚地呈包体被包围在闪长岩中,地貌上比较突出。这些岩石的岩石化学和地球化学特征表明它们是一系列幔源岩石。阿勒坦坳岩 SiO_2 38.42%, MgO 40.02%, 是富镁岩石, Mg' 为 0.91, 轻重稀土均亏损, 显示了物质来源于亏损的上地幔。另外骆驼场含金云母橄榄辉石岩, 其金云母富铬, Cr_2O_3 1.31%~1.64%, 其含量与金伯利岩中金云母的铬含量相当, 由此推测骆驼场超基性包体来源很深。这种幔源包体同样可在华北克拉通北缘的喀喇沁旗、宁城等地找到。

4 关于叠加期动力学机制的讨论

地表地质作用和岩石圈深部过程的耦合将为岩石圈动力学机制讨论提供有力的依据。从早二叠世末开始的构造叠加阶段可进一步分为两个阶段。

4.1 造山后的伸展阶段(P_1-T_1)

早二叠世-早三叠世陆内裂谷的岩浆活动和沉积作用都标志着造山后的伸展作用。目前, 大多数造山带都采用“去根”(de-rooting)模式来解释造山后的伸展作用, 认为会聚边界加厚的岩石圈由于相变等原因, 其下部密度超过了下伏软流圈, 二者构成一个均衡不稳定的结构, 而造成下部岩石圈被拆离和重力塌陷(Collapse), 同时引起软流层上涌及下地壳被重熔, 除产生双峰式火山活动外, 在地壳浅部还出现一相对短促的引张事件^[12]。本区还未获取重力塌陷的直接证据, 根据造山作用比较弱而岩浆活动波及面广的特征推测除了可能存在的重力塌陷外, 造山后期的地壳减薄更可能是通过热剥离方式完成的。从重力均衡角度看, 热剥离的效应与重力塌陷的去根作用, 两者的物理意义是相当的, 都导致地壳的减薄, 趋向重力均衡。不过, 本文描述的伸展作用远非造山后松弛意义上的调整, 这时期的构造-岩浆活动带跨在不同构造单元之上, 显示了新格局的萌芽, 反映岩石圈内部的重要调整, 因此将其归入叠加期的活动。

4.2 地幔热柱隆升的开始

晚三叠世本区出现的碱性杂岩和基性-超基性岩标志着岩石圈深部岩浆作用的活跃, 包括幔源岩浆的上升、侵位。如果联系到本区晚中生代大兴安岭的伸展造山^[13]以及克拉通的大规模活化, 再联系到本区乃至中国东部新生代地幔热柱活动(大面积玄武岩的流溢)^[2], 可以认为本区晚三叠世出现的深源岩浆活动是地幔热柱隆升的开始。这时期古滨太平洋域开始的剪切走滑体制对深源岩浆在刚性岩石圈中的就位空间有一定的影响, 表现为在华北克拉通上碱性-超基性杂岩带以北东走向斜切东西构造带, 大兴安岭地区超基性岩带则以北东走向为特点。晚三叠世深源岩浆活动和大兴安岭的崛起都与晚白垩世开始的太平洋俯冲作用无关, 是板内深部作用的结果, 一直到中生代(J_3-K_1)本区乃至中国北方东部都处于伸展体制下, 是岩石圈减薄及能量散发的过程, 相应这一阶段的全球环境处于泛大陆解体的状态中。

5 讨论

前人认为华北北部早中生代属于印支造山运动的观点, 其主要根据是这个时期存在着岩浆作用、地壳抬升和相应的沉积间断或局部的角度不整合。本文并不否认这些事实, 正是通过这些事实和它们前后的演化背景来分析它们形成的构造环境, 认识到华北北部晚古生代末-早中生代是处于一个承上启下的转折阶段。与热隆有关的深源岩浆活动和地表隆升表明这时的华北克拉通和南兴安带在同一构造体制控制下, 以伸展作用为主。深源构造岩浆岩带以北东

走向显示出它的新生性,但并不排除古亚洲域南北挤压对近地表岩石变形方面存在的干扰和交替,甚至不排除在岩石圈总体伸展背景下,陆壳尺度范围内可能存在的挤压作用。但是值得指出的是,伸展背景下同样可以发生地表隆升、沉积间断和局部的角度不整合,发生岩浆侵位、火山喷发以及热变质现象,在断陷盆地中也可以有巨厚的红色粗碎屑的堆积。伸展作用与挤压造山作用最主要的区别是二者的演化趋势明显不同,尤其在岩浆演化方面表现得最为明显。

综上所述,本文认为华北北部古生代末-早中生代处于古亚洲域和古太平洋域构造叠加的阶段,在新体制的作用下,岩石圈进入了伸展减薄为主的阶段,而不是印支造山运动。

致谢 对邓晋福、袁学诚、王清晨等教授给予的帮助表示感谢。

参 考 文 献

- 1 崔盛芹,李锦蓉. 试论中国滨太平洋带的印支运动. 地质学报,1983, 57(1):51~62
- 2 邓晋福,赵海玲,莫宣学,等. 中国大陆根-柱构造——大陆动力学的钥匙. 北京:地质出版社,1996. 62
- 3 郁建华,傅会芹,张凤兰,等. 北京地区岩浆深成作用. 北京:地质出版社,1994
- 4 杨 农,陈正乐,雷伟志,等. 冀北燕山地区印支期构造特征研究. 北京:地质出版社,1996
- 5 牟保磊,阎国翰. 燕辽三叠纪碱性偏碱性杂岩体地球化学特征及意义. 地质学报,1992,66(2): 108~121
- 6 马文璞,刘昂碧. 北京西山——一个早中生代拗拉谷的一部分. 地质科学,1986, (1): 54~63
- 7 邵济安,唐克东. 蛇绿岩与古蒙古洋的演化. 张旗主编. 蛇绿岩与地球动力学研究. 北京:地质出版社,1996. 117~120
- 8 何国琦,邵济安. 中朝板块北缘晚海西期构造岩浆活化特征——兼论地台活化学说. 见:27 届国际交流地质学术论文集. 北京:地质出版社,1985. 115~122
- 9 唐克东. 中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律. 北京:北京大学出版社,1992
- 10 洪大卫,王式洗,黄怀曾. 中国北疆及邻区晚古生代-三叠纪碱性花岗岩带及其地球动力学意义初探. 见:李之彤主编. 中国北方花岗岩及其成矿作用论文集. 北京:地质出版社,1991. 40~48
- 11 徐永生. 昭盟地区骆驼场印支期杂岩体. 科学通报,1983, 30(19): 1 564~1 566
- 12 Nelson K D. Are crustal thickness variations in old mountain belts like the Appalachians a consequence of lithospheric delamination? *Geology*, 1992, 20: 498~502
- 13 邵济安,臧绍先,牟保磊,等. 造山带的伸展构造与软流圈隆起——以兴蒙造山带为例. 科学通报,1994, 39(6): 533~537