

中国元古宙地质构造格局演化对于 沉积作用的控制

李汉瑜

(成都地质学院)

安延恺

(天津广播电视大学)

一、五台运动对构造格局的影响

五台运动表现的地区,主要是在华北的五台山区、太行山区、冀东、鲁西、豫西地区以及东北的辽东地区,其绝对年龄时限大致为 22—23 亿年。现已证实,经历五台运动后,华北地区的克拉通化更加明显,被认为属于中国境内克拉通化最早与最完备的地区。在太古宙末期,华北古陆块与西部的塔里木古陆块可能相联的局面至早元古宙末期已逐渐解体,并且这是发生在硅铝壳或陆壳内的。由于早元古宙时的基本构造格局系太古宙时的延续,所以可归之于同一大地构造的演化阶段。

然而,早期元古宙末期的五台运动使克拉通内部出现了裂陷槽,所以使元古宙中期的沉积受控于这样一种新的构造格局。在板块构造术语中,aulacogen 也曾被称为拗拉谷;但此处所述是前寒武纪的裂陷作用产物。旧时也曾名为准地槽或台陷带。在华北的北缘,当时有燕山裂陷槽,而其南缘则有晋豫陕裂陷槽,二者均被巨厚沉积所充填,并发育火山岩系;这些沉积—火山岩系,已属吕梁构造旋回阶段产物。大体上看,在五台构造旋回之后,中国的古陆块呈分散分布,如鄂尔多斯、冀鲁-河淮古陆块;而大别山区、塔里木盆地南部、川中与康滇地区也可能有中、小型古陆块存在。但对于中元古宙时的大地构造演化的认识,关键在于溱沱群的归属。如果认为在层位上高于五台群的溱沱群与长城系之间应属于同时异相,而溱沱群的分布即可表明当时海槽的位置。当然,严格地讲,是当时发生褶皱的位置而并非洋盆的轮廓。但是,另一方面,应注意到五台运动 I 期和 II 期作用产生过一些北东向的断裂,这些断裂无疑会控制沉积溱沱群的海槽;在溱沱群沉积后,又遭受吕梁运动的影响而发生形变。当吕梁运动期间,原先业已形变的五台群、阜平群等均曾再次形变,造成构造叠加,使早期褶皱益加紧密。除北东向构造线外,尚有北西及北北西向扭性断裂共生。

五台运动所形成的裂陷槽内的充填物质,基本上均受形变与变质,成为低级变质的沉积岩系,达到绿片岩相者不多。五台山区溱沱群下部属变质碎屑岩系及碳酸盐岩,有明显的旋回沉积特征;中部以富叠层石的白云岩为主,夹有一些千枚岩、板岩;上部为磨拉斯相。因而在宏观上构成一大型沉积旋回。在溱沱群的下部与中部常多火山岩夹层,钾-氩法所测年龄数值为 19.24 亿年,可理解为溱沱群开始变质的年龄。目前所见北东向复式向斜,主要由吕梁运动所形成。由于对溱沱群的归属存在争议,致使有人提出取消吕梁运动这一术语。在吕梁

山北段,寒武系的霍山砂岩的确与野鸡山群间有角度不整合关系,其同位素年龄相差10亿年以上。因此,不能否定吕梁运动。吕梁山系由复背斜组成,核部属太古宙与早元古宙岩系,东西两翼盖以中、上元古宇。在同位素年龄上,盖层与基底间只相差0.6亿年,可以作为吕梁运动的时限。若依构造运动面作为此类古老岩系时限划分的标志,则吕梁运动应可作为中期元古宙的上限。由重力作用所产生的次级褶皱,以及溱沱群上部磨拉斯相的被褶皱,可反映出吕梁运动的强烈程度。在裂隙槽内的沉积充填与基性岩浆活动,表明当时陆壳常欠稳定,但已有逐渐融合的趋势。

对于这类古老岩系的研究,过去在地层划分及层位问题上曾有长期争议;近年由构造环境考虑沉积变质层系,并配合同位素年龄测定,问题比较易于理解,从而得到合理解决。这也是今后发展的方向。如果只考虑地层而忽视构造环境,那就很难解决此等疑难。

二、中期元古宙的构造格局

现今仍有人主张将五台群归之于晚期太古宙,从而使溱沱群划归下元古宇。但依照现今国际上对于太古宙和元古宙的时限多划在25—26亿年间,因而将五台群归属于早元古宙,而将溱沱群归之于中期元古宙岩系比较适宜。但对于能够和溱沱群对比的岩系,除了华北及东北南部地区以外,还很难肯定。即使冀东的朱杖子群,在岩性上也与溱沱群有所不同;乃片岩、石英片岩、变质砾岩与变质火山岩组成。其下界以角度不整合与下伏单塔子群接触,而上覆地层为长城系。朱杖子群的同位素年龄值有20.6亿年,因而在层位上似应可与溱沱群相当。在冀北地区以砂岩、板岩、千枚岩、片岩为主并夹有结晶灰岩及大理岩的化德群,也应为层位相当的岩系。

在豫西一带,由片岩、片麻岩所组成的红安群,应为细碧—石英角斑岩和陆源碎屑—碳酸盐岩构成的火山—沉积岩系变质而成。底部的陆源碎屑—碳酸盐岩反映出沉积部位系在当时业已隆起的古陆边缘。因此,在早元古宙时大别山区已成古陆,自可缺失与五台群相当的层位。红安群的18.5亿年的同位素年龄值也可作为大致相当于溱沱群的佐证。并且,其下伏以角度不整合接触的大别群业已归属太古宙晚期产物。

辽宁南部的辽河群,同位素年龄值为17—20亿年,为一套以陆源碎屑—火山岩—粘土岩—碳酸盐岩为主的岩系;其下伏的宽甸群同位素年龄值为20—25亿年。因而辽河群应与溱沱群相当,况且,它上部的退覆层可与底部厚逾百米的含巨砾的底砾岩标志有一完整沉积旋回,其沉积部位当已邻近古陆边缘。由于后期构造运动影响,辽河群方呈现宽阔的复式向斜。

晋冀交境的甘陶河群、中条群及野鸡山群,主要由砾岩、长石砂岩、千枚岩、碳酸盐岩构成,夹少量基性及酸性火山岩。在沉积上,旋回性明显,并构成同斜倒转的复式向斜。

总的看来,上述这些与溱沱群相当的岩系,均出现于当时的古陆块之间,所受到的古陆的影响及吕梁运动的作用也是大致累同的。曾有人以同位素年龄值及原岩的沉积特征为标志而将五台群置于下元古宇内。但古老岩系的划分,须得考虑构造演化情况,由此出发,则代表五台运动的角度不整合应为下、中元古宇的分界,而吕梁运动则应属中、上元古宇的分界。因此,视溱沱群为中元古宇比较相宜。

至于华北古陆南缘的熊耳群,其同位素年龄测得17.86亿年,显然应为吕梁运动后的沉

积。

在南方,云南的哀牢山群、大红山群、元谋群,其同位素年龄值均在18亿至19.3亿年之间,应可与漳州群相对比。此等浅变质岩系均受龙山运动(与吕梁运动相当)影响,遭到褶皱断裂。因侵入米易片麻岩内的橄榄岩体的同位素年龄值为19.4—19.5亿年,所以龙山运动应发生于距今18—19亿年前。大红山群的沉积变质岩系内,夹有富钠变质火山岩、硅质岩及中酸性火山岩,清楚地表明了应存在有更古老的岩系构成的物源区。

在中国西部,青海北部的中、深度变质岩系与混合岩化及花岗岩化作用中反映吕梁运动的影响,并表明青藏北部古陆块业已形成;塔里木古陆块在当时也仍存在。

三、晚期元古宙的构造格局与沉积

中国南部在黔东北梵净山、挂北九万大山、元宝山及湘中雪峰山等地所出露的梵净山群、四堡群、冷家溪群,其沉积特征均颇相似,系具复理石韵律的深海浊积岩所变质成的板岩、片岩系,夹有基性及超基性火山岩及火山碎屑岩、细碧角斑岩。因受四堡运动(即武陵运动或梵净运动,也称东安运动)影响,地层有强烈形变,成紧密线形褶皱,断裂以东西向为主,NE向次之。同时,伴有相当强的岩浆活动。因构造运动较龙山运动为迟,是以上述地层可归属晚元古宙早期,并可与长城群对比。四堡运动对于中国南方古陆块的固结与增生显然有重要作用。四堡群中所含圆化锆石的同位素年龄有27.43亿年,反映了物源区应有太古宙岩系,而且应当处于古陆块的核心部位。

据目前的资料,扬子古陆块的核心,其褶皱固结可能在16亿年前完成。如果神农架群较崆岭群为新,则构成基底岩系的崆岭群可相当于四堡群。崆岭群为一套副变质岩系,被斜长花岗岩质的巨大岩基所侵入,局部有基性、超基性岩所成的正变质岩,均受花岗岩化与混合岩化作用影响。推测原岩应为含铁镁质泥灰岩、泥砂岩及碳酸盐岩。它与神农架群并无直接接触,且二者的原岩与变质程度均不相同。神农架群属浅变质岩系,由砂泥岩与碳酸盐岩组成一正旋回,是为亚群;共由三个亚群构成整体的岩系,而亚群之间均见不整合面。应当认为神农架群为四堡运动使崆岭群成为古陆核后的边缘相沉积。由于碳酸盐岩占到2/3以上,而上、下亚群中夹有细碧角斑岩,所以,理应与中国北方的蓟县系与青白口系相当,而不能与长城系对比。最近也有人认为崆岭群应代表整个元古宙,这样,神农架群即可能相当于崆岭群的一部分,此点尚待进一步研究。

四堡群的岩性特征,已表明当时的构造环境相当活跃。估计沉积范围可达滇东、黔南、桂北一带,但有个别陆岛(即古陆核)如摩天岭、元宝山、滇中等,在川鄂一带,当时应属陆缘沉积,层系内有时可见平行不整合,颇类似于克拉通内裂陷槽沉积。

依上述情况,可知在四堡构造期,中国南方的偏北部,已显稳定,与中国北方的长城系、蓟县系、青白口系相当的沉积也渐有发现。中国南方的板溪群与之相当的岩系,基本上为一套浅变质的碎屑岩系,局部有变质凝灰岩及安山岩,并与下伏四堡花岗岩呈沉积接触,这一接触面即代表四堡运动;而板溪群本身的宽缓褶皱、断裂,表现以NE向为主,且有酸性火成岩体侵入,应由雪峰运动所产生。九岭花岗岩的同位素年龄为8.43亿年,即可作为雪峰运动的时限。

在康滇地区,以不整合覆于大红山群之上的下昆阳群(下会理群)系由板岩、变质砂岩夹

碳酸盐岩及中、基性火山岩组成,因同位素年龄达17.6亿年,或可与中国北方的长城系对比。其上的上昆阳群(上会理群),为千枚岩、板岩夹结晶灰岩及中酸火山岩系,众多的同位素年龄介于9.1亿至13.0亿年之间,应可与蓟县及青白口系相当。如果上、下昆阳群间确为角度不整合,则代表东川运动(或满银沟运动),也因此使下昆阳群呈现E—W向为主的紧密倒转褶皱与众多断裂,并产生基性、超基性岩浆活动。上昆阳群与上震旦系之间的角度不整合,应为晋宁运动(或雪峰运动)所产生。

总的看来,晚期元古宙的大部分时期,在中国南方应属于岛弧-海沟体系的活动陆缘。许多弧后沉积层系均可作为佐证。中国北方则在吕梁运动之后基本固结,以后即产生较为稳定的构造环境,从而控制着稳定型的沉积层系。长城系的底界标志着一个新的构造演化阶段的开始,其时限为18亿年前,恰与J. Dawson所提出的距今18亿至9亿年为一地质时期的意见相合。从华北的蓟县剖面分析,基本上未变质的沉积岩及少量火山岩层系厚达万米,地层的连续性反映了稳定陆块内部沉积的特性,其极移轨迹与磁性地层学资料,表明在常州沟组沉积时,应处于高纬度区,当雾迷山组沉积时(距今13亿年)却已位于赤道附近。这种视极移轨道痕迹如何与板块的运动相联系,至今尚待研究,并且极移的速度要迅速得多,为一值得重视的问题,在地层剖面上,长城系、蓟县系、青白口系均具有由碎屑相至碳酸盐相的旋回沉积特征。长城系内的大红峪组与团山子组之间有明显的平行不整合,但长城系与蓟县系之间却多呈整合接触,且蓟县系与青白口系间也多为平行不整合。此等接触关系可反映当时沉积的底盘比较稳定,现仅蓟县一带的青白口系与上覆的下寒武统府君山组间有局部的角度不整合,代表蓟县运动,可相当于中国南部的雪峰运动。

在豫、陕交界处的熊耳群,系晚期元古宙初始阶段的大规模陆相火山岩系,层位上可相当于长城系;这是基于它的同位素年龄有17.86亿年而推定的。此区由海相碎屑及碳酸盐岩沉积组成的洛南群,可相当于蓟县群。由于此区已属稳定陆块南缘较活动地带,所以沉降幅度较大,且沉积中心不断向南转移,致使与青白口群相当的栾川群上部的碎屑岩及碳酸盐岩的沉积部位更向南移。

由上述,华北地区在晚元古宙时业已稳定固结,可以置信;其内部拗陷地带接受较多沉积也是可以理解的。晚元古宙早期时,北缘应属被动陆缘,而南缘则为活动陆缘,古秦岭海中岛弧及弧后海槽反映了这种特征。若信阳至佛子岭一带为广海的板块俯冲带,则大别地块可以作为一个独立地块,甚或归入中国南部系统。当时的中国南部,扬子地块已具雏型,武当边缘隆起业已形成,西南缘的昆阳-会理弧后海槽内沉积了昆阳群与会理群;东南缘的广大华南地区则有系列岛弧与边缘海,呈雁行式排列,成为一种特殊构造格局。在扬子地块内的神农架裂陷槽内的沉积表明这种岛弧与边缘海环境似为当时的特点。这种裂陷槽,与大洋底的扩张环境显然不同,不应混淆。

四、中国晚元古宙末期的构造轮廓与沉积作用

在雪峰运动之后,中国即进入晚元古宙末期阶段,即震旦纪时期。素以具特殊的古气候条件著称,当与全球性寒冷气候密切相关。依同位素年龄,当时的冰期可有A、B、C、D四期,但中国可能只有B、C、D三期。中国南方的震旦系共包含6个岩组,即莲沱组、古城组、大塘坡组、南沱组、陡山沱组、灯影组。通常将最上部的两个组划归上统,而下部的4个组归属于

下统。震旦系的两套冰碛岩系,均由冰碛的含砾砂泥岩组成,可夹海相碎屑岩层及碳酸盐岩透镜体,局部伴有海底火山岩及火山碎屑岩。目前所测古地磁数据,显示大塘坡组至灯影组沉积时的古纬度较低,究应如何解释,尚有待进一步探讨。一种可能为海拔较高或古气候异常,另一可能为板块移位加磁极迁移影响。

至于华北地块,除东北缘及西南缘外,普遍缺少震旦系。东北南部的复县、金县一带的永宁群、细河群与辽南群的层位归属,一直存有争议。前二者大体上可与青白口系相当,而以碳酸盐岩为主的辽南群,由于同位素年龄介于6.3亿与8.2亿年之间(可能有0.5亿年误差!),显然应相当于震旦系,但未发现冰碛,是一难解外。在皖西、豫西、陕南一带的罗圈组、凤台组等地层,均位于下寒武统之下,以平行不整合接触或角度不整合接触,且罗圈组底部常有冰碛层,此等地层当属震旦系无疑。

中国西北地区在晚元古宙时有相当发育的冰碛,以塔里木盆地北部为典型。在库鲁克塔格共见3个冰碛层位。震旦纪早期的古城冰期,在此地区为正常海相夹火山岩、浊积岩;其后的南沱冰期,主要为广泛分布的冰碛。到震旦纪晚期的罗圈冰期,则冰碛层仅见于塔里木盆地北部,似应为大陆冰川。柴达木盆地北缘的震旦纪冰碛层即红铁沟组,其上段为纹层状白云质冰碛含砾砂泥岩,实际上应属海陆过渡相。

除上述地区外,应当注意到,在苏皖北部的淮南群,同位素年龄在8亿年左右,理应可与青白口系相当;其上覆的徐淮群的钾-氩同位素年龄为7.38亿年,而徐淮群顶部的碎屑岩及碳酸盐岩层的同位素年龄为6.47亿年。若依此,则徐淮群应归入震旦系。同时,在峡东的神架群,其上部也有可能存在震旦纪的沉积。

基于上述,可知当震旦纪时,华北、扬子、塔里木、柴达木等稳定地块(克拉通)均已形成,仅部分裂陷槽与陆缘有海相沉积形成,而全球性寒冷气候导致形成广泛的冰碛层。与此同时,稳定地块之间均甚活跃,川西及天山地区的裂谷与火山活动可为代表。这也表明,当时的构造格局比较复杂,而海域也远较现今所见褶皱范围宽阔。从构造演化上看,晋宁运动形成的不整合更具有划分元古宙与显生宙的重要意义。目前从岩相古地理的分析研究来看,上述稳定地块的定位与其间的活动海区的重塑确为一复杂问题,不可能以固定论观点得到解决。了解当时大地构造格局对沉积相的控制,实为关键,应予足够重视。

参 考 文 献

- [1] 李春昱、汤耀庆, 1983, 亚洲古板块划分及其有关问题。地质学报, 第57卷, 第1期。
- [2] 杨森楠等, 1983, 大别山晚前寒武纪的构造发展。地球科学, 第3期。
- [3] 陆松年等, 1985, 中国晚前寒武纪冰成岩系初探。中国晚期武纪冰成岩论文集, 地质出版社。
- [4] 王鸿祯, 1986, 论中国前寒武纪地质时代及年代地层的划分。地球科学, 第5期。
- [5] 乔秀夫, 1984, 吕梁运动新厘定。地质论评, 第30卷, 第2期。
- [6] 林金录、张文佑、M. Fuller, 1983, 华北蓟县中、晚元古宙的古地磁学。国际晚前寒武纪地质讨论会论文摘要汇编。
- [7] Tome, K. M., 1982, Precambrian atmospheric oxygen and banded iron formations; a delayed ocean model [Precambrian Research], V. 20, No. 2-4
- [8] Bozhko, N. A., 1987, Rifting in the Proterozoic, [Tectonophysics], V. 143, No. 1-3.

Controls of Proterozoic Geotectonic Framework in China on Sedimentary Processes

Li Hanyu

(Chengdu College of Geology)

An Yankai

(Tianjin University of Broadcast and Television)

Abstract

This paper deals with the relationship between the Precambrian geotectonic framework in China and sedimentary processes. During late Early Proterozoic, the Wutai Movement once led to the formation of aulacogens within the cratons in China which were filled with sedimentary-volcanic sequences with great thickness which were ascribed to the products of Lüliang tectonic cycles. The Hutuo Group may represent the location of the troughs at that time. Later in Middle Proterozoic times, the cyclic deposits occurred on the margins of the ancient land. The Sibao Movement played an important part in the consolidation and overgrowth of the Late Proterozoic continental blocks in South China. The Sinian was formed right after the Jinning Movement. It is believed that South China was then in the arc-trench system on the active continental margins, whereas in North China, the northern borderland is thought to be the passive continental margins where the Sinian is generally absent. In addition, three glacial periods marked by the existence of the tills have been distinguished in northwestern China. The Sinian till beds in South China may also be related to the worldwide colder climate. It follows that the Proterozoic geotectonic framework may be very important for the sedimentary facies analysis and palaeogeographic reconstruction in China.