

由中国东部前寒武纪地质构造 演变探讨构造对沉积的控制

安延恺

(天津广播电视大学)

李汉瑜

(成都地质学院)

提要 本文根据中国东部的太古宙与元古宙早期的岩系发育及地质构造特征,探讨了当时的构造与沉积环境,指出构造条件对古沉积作用的影响。在经历 3 个大地构造旋回之后,中国东部的华北与东北南部地区形成了古陆壳;而元古宙早期的地层属于裂陷构造内的沉积。文中指出不能以均变论观点来分析前寒武纪的古老岩系。

关键词 前寒武纪岩系 构造环境 沉积环境 古陆核 裂陷海槽沉积 均变论

作一作者简介 安延恺 男 56 岁 教授 区域沉积学与地层古生物学

中国地壳构造演化与发展的总趋向为前寒武纪古陆核的增生与扩大。在太古宙、早元古宙时期,一些大小不一、性质不同的古陆核、经历着不断地增生、扩大演化过程。当时的大地构造格局,对于以后的沉积作用与地层发育,有重要的控制作用。在当前研究沉积岩相和古地理重塑的工作中,必须予以充分注意。

引 言

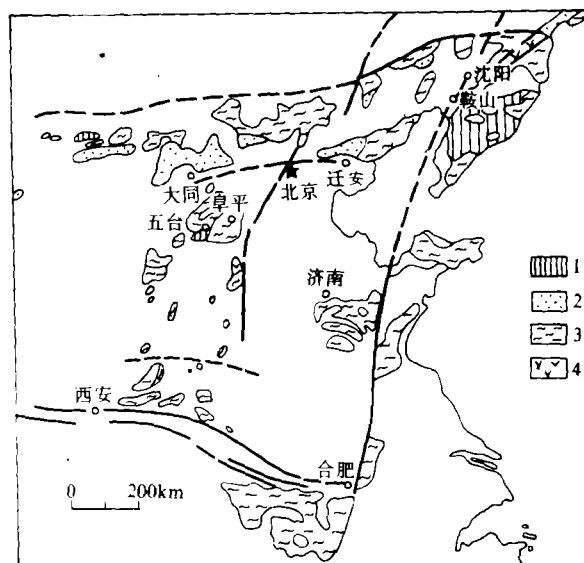
中国东部太古宙与早元古宙岩系的分布比较零散。这些古老的岩系均经历过不同程度的变质作用,给研究工作带来许多困难。目前,对于这些变质岩系及沉积变质岩系的研究,主要依据岩性特征及对原岩性质的推断,配合旋回发育以及对变质相的分析与变质程度的认识,特别是混合岩化的程度来进行层系的厘定并作区域上的对比。其它的重要特征尚有可作为标志的含铁岩层(BIF)及同位素年龄。然而,因为这些岩系不能用生物地层学方法来解决层位问题,而同位素年龄又可能有相当的误差,所以经过多年研究,仍然未能很好地解决一些层位的位置,并存在着不少争议。这对于认识前寒武纪的大地构造格局,显然有所影响。

现今所得到的认识,认为在地球的演化历史中,地壳的形成和演变应当有过全球统一性的时期。然而,在各个地区却又会有一定的特殊性。很长时期以来,人们在单一的简化模式束缚下,对前寒武纪地壳的演化采用均变论的观点进行解释。这显然忽视了当时的若干特殊性。实际上,当时的全球构造条件及沉积环境,和显生宙时有很大的不同。因此,在探讨中国境内的前寒武纪构造演化以及对沉积作用的影响时,不应简单套用国外的一些区域性规

律。据推测, 由于太古宙时地幔具有较高的温度与压力, 因而可产生分布相当广泛的科马提岩 (Komatiite)。众所周知, 科马提岩可以分为两类, 一类为橄榄岩质, 而另一类为玄武岩质。科马提岩的形成会促进原始陆块雏型的一些地壳碎块之间的相对运动, 但其性质与现今所认识的板块俯冲作用不同。对世界各地的古陆核的研究, 表明距今 35 亿年前已出现大陆地壳, 为稳定的克拉通。以绿岩带的广泛存在为标志, 且形成之后的构造形变不明显。基于国内对太古宙变质岩系的多年研究, 可知古陆核的发展有分阶段的渐进性与定向性, 即垂向构造运动趋于衰减, 水平方向构造运动逐渐增强。古陆核周缘形成以含铁岩系为特征的沉积盆地的演化, 表明古陆核以边缘褶皱方式逐渐向洋区扩展。可能最初仅数百平方公里, 以后成为上万平方公里, 并由塑性形变转为刚性形变, 从而标志着元古宙的开始。基于这种认识, 我们可进行以下的探讨。

一、太古宙中期的构造演化与沉积作用

中国东部确认为太古宙的变质岩系, 多分布于华北地区; 因研究程度不同, 目前仅作区域性命名, 惟已可进行大区域对比。



1. 下元古界上部; 2. 太古宙麻粒岩带; 3. 高级变质体; 4. 太古宙绿岩-花岗岩体

图 1 中国东部太古宙及下元古界分布示意图 (据赵宗溥等, 1983, 改绘)。

Fig. 1 The generalized map of distribution of the Archean and lower Proterozoic in the eastern part of China.

冀东的迁西群, 现属麻粒岩相与高级角闪岩相, 其原岩应为基性、中基性火山岩夹多层硅铁质岩。但迁西群的硅铁质建造, 与国外绿岩带内的不同。这并非一般的洋壳环境, 而是邻近于大陆的岛弧环境。由此可推知存在古陆核。含铁质岩的盆地, 系由孤立小盆地在后期

联合而成。由于火山质杂砂岩的存在,局部夹火山岩以及其蚀变成的粘土岩,也反映距火山喷发中心不很远。此种含铁建造构成一系列的 NNE-NE 向复式向斜,有基性层状侵入体与原地重熔型混合杂岩,表明有更早些的古陆核。

过去对迁西群所测的同位素年龄,有的数值竟达 35 亿年以上,显然偏高。所以若将迁西群归属于太古宙中期可能比较相宜。至于太古宙的早期,则在世界范围上,也还存在疑难,尚等解决。

与迁西群属同一时期的岩系,在辽宁南部为鞍山群,在山东西部为泰山群。经研究,鞍山群可划分为 4 个火山-沉积旋回,前 3 个旋回均由基性-中酸性火山-沉积旋回组成,且基性火山岩数量随时间推移渐趋减少。其铀-铅年龄值为 25.70—28.48 亿年,而鞍山群下部的铷-锶年龄值可达 $32.8 \pm 10\%$ 亿年;属太古宙中期。泰山群的原岩应为碎屑岩与基性火山岩,且上部火山岩较多;目前推测的变质年龄超过 25.58 亿年,其形成时间应更早些。

豫西的登封群,下部以基性-中酸性火山岩为主,夹少量硅铁质岩;有零散的超基性岩。中部以大洋拉斑玄武岩为主,有中-酸性火山岩及少许碎屑岩与硅铁质沉积。上部以碎屑-粘土质岩为主,夹少量中、酸性火山岩。其下部的同位素年龄为 29.86 ± 1.81 亿年,与迁西群及鞍山群的层位相当。

山西北部与内蒙南部的桑干群,其麻粒岩相变质带呈东西向,显然受构造条件所控制。据近年研究,桑干群的原岩包含超镁铁质-镁铁质岩、钙碱性岩以及粘土岩。目前呈现出的深变质程度,应与幔源熔浆活动产生的高热流梯度有关。依同位素年龄数值,其层位大致可与迁西群对比;而其上界即为代表中国境内最古老的构造-热力事件的迁西运动,距今已有 31 亿年。

在中国境内,除华北地区及东北南部外,其它地区尚未地现太古宙中期的岩系,因而只有根据上述古老变质岩系特征分析当时的构造环境与沉积环境。这些岩系的变质程度显然受深度控制;至于横向上,则在大面积内受中压-中高温作用。这是与上地幔的热流和放射性元素衰变所产生的巨大热量有关,并受到后期的多次叠加作用的影响。以前有人将太古宙中期归之于一个巨型的火山-沉积旋回,未免简单化。这些古老岩系基本上由基性至酸性火山岩与火山碎屑岩系组成,明显地缺乏碳酸盐岩沉积,反映地壳尚无明显分异。

二、太古宙晚期的构造演化与沉积作用

在华北的晋冀边境发育的阜平群,其原岩以中、细粒碎屑沉积及碳酸盐岩为主,夹有一些基性火山岩。在层序上,由砂泥岩-粘土岩-泥灰岩-碳酸盐岩构成韵律性沉积。因受多次变质作用影响,现已呈麻粒岩相与角闪岩相的变质组合。并且曾有过强烈的混合岩化作用。阜平群的基本构造样式,主要由一系列开阔背斜与紧密向斜组成。由于后期构造运动的干扰及叠加,形成若干短轴背斜与紧密向斜;也可能有一些穹隆构造。近年的研究表明,阜平群与吕梁山区的界河口群、中条山区的涑水群,应为时代相当的层系,原岩性质大致相同。反映出当时的岩浆活动已大为减弱,广泛沉积了类似于冒地槽型的广海沉积相。后期发生的阜平运动(距今约 25—26 亿年),对于太古宙晚期以后的基本构造格局,无疑有着重大影响。可以认为此期褶皱运动已甚明显,NEE、NWW、甚至 E-W 向的穹隆、长垣均可反映出构造运动的性质。这些穹隆与长垣构造很可能是当时广海中的岛链。与此同时的剪切作用,对

于产生 NE 向的张裂断陷并导致后来有元古宙早期的火山岩, 也是非常重要的。总的讲, 以垂向运动为主的局面已不复存在。

与阜平群时代相当的单塔子群, 分布于冀东一带, 现为角闪岩相及绿帘角闪岩相, 夹有角闪磁铁矿石岩与大理岩。其原岩应以中、酸性火山岩、火山碎屑岩为主; 代表着主旋回末期的产物。这也反映出当时沉积盆地的底盘是比较稳定的。从而有碳酸盐岩沉积。至于原岩也有以中、酸火山岩为主的滦县群, 其全岩同位素年龄可达 26 亿年以上, 与单塔子群相当。

上述情况, 表明当时华北地区的地壳业已有明显分异。而在原岩中出现碳酸盐岩沉积, 显然与太古宙中期大不相同, 反映出古陆核周缘的海域中已具备形成碳酸盐岩的沉积环境。在层位上与阜平群相当的其它岩系, 如山东东部的胶东群、阴山地区的集宁群、秦岭地区的太华群、淮阳地区的大别群等, 均含有一些变质的碳酸盐岩。例如大别群, 虽然变质程度很深, 混合岩化作用强烈, 甚至有花岗岩化作用。但在下部岩系的组成上, 可见斜长角闪岩、黑去母斜长片麻岩及大理岩, 表明其原岩中有碳酸盐岩。

然而, 在太古宙晚期, 变质作用与岩浆活动, 仍相当剧烈。一般均达角闪岩相的变质程度, 仅个别地区为绿片岩相。当时的火山活动无疑产生了大洋拉斑玄武岩及岛弧拉斑玄武岩以及钙碱系列的中、酸性火山岩。估计当时地壳厚度较薄, 可塑性依然强, 水平方向的构造运动已占主导地位。这一时期, 硅铝质古陆核业已存在, 正处于集结、硬化阶段。由于新产生的洋壳向着较硬的古陆核发生俯冲作用, 从而使沉积物受到挤压而形成线性褶皱。由古陆核逐渐增生扩大而成为范围较大的古陆块, 这一趋向是明显的。在太古宙末期, 很可能华北古陆块曾与塔里木古陆块相连, 构成过一个统一的原始大陆; 然而后来又发生解体。华北地区西缘的六盘山东侧, 有一近南北向的地壳厚度变化带; 从大兴安岭至太行山, 也存在类似情况。推测在地壳厚度变化较大处, 很可能有古陆块存在; 如果晋陕、河淮二古陆块确实存在过, 则形成时期当在阜平运动期间。在延安附近, 应有一距今 35 亿年以上的古陆核, 界河口群中的含砾石英岩及少许碳酸盐岩, 可作为其周缘的陆棚环境的佐证。太古宙末期的阜平运动无疑能使古陆块产生一些断裂, 从而形成内部裂陷与边缘裂陷 (也称原裂陷), 这种构造格局, 控制了元古宙地层的沉积和发育。

三、元古宙早期的地质构造演化轮廓

在阜平运动造成的构造格局上, 裂陷区内接受了大量的火山-沉积物质, 构成很厚的层系。在中国东部以五台群为代表, 层位与之相当的有吕梁群、龙华河群、绛县群等。过去由于对构造环境分析不足, 致使层位归属争论多年。实际上, 五台群应为当时裂陷海槽中的沉积, 原岩应属一套以火山岩为主而顶底均由碎屑岩夹复理式碳酸盐岩的岩系。目前可见两个沉积旋回: 下部旋回由碎屑岩-碳酸盐岩-基性至中酸性火山岩-碎屑岩组成, 火山岩多为钙碱系; 上部旋回则由大洋拉斑玄武岩-酸性火山岩及少量火山碎屑岩组成。尽管经多次变质作用, 现已成为变粒岩、斜长角闪岩、角闪片岩、绿泥石片岩及一定的含铁层位, 但仍能分析其原岩。五台运动 I 期、II 期及吕梁运动使五台群发生过三次构造形变与两次明显区域变质作用。距今 23.5 亿年的五台运动 I 期为最主要的形变期, 导致五台群发生强烈塑性形变, 开成 NE 向大型复式褶皱。至褶皱晚期, NW 向张性断裂成为基性岩浆贯入的通道,

并产生不同程度的区域变质,不同的变质相与局部混合岩化使研究复杂化。五台群上部的碎屑沉积分布范围较小,表明古陆扩大,残留海盆已缩减。在叠加五台运动Ⅱ期后,褶皱枢纽起伏、平缓翼部产生新褶皱,但由于运动强度已减弱,所以并未产生新的区域变质。

经过两期形变的五台群,并入原先存在的古陆核使陆壳(或称陆板块)进一步扩大。当时的许多NE向断裂奠定了以后的新裂陷以及其中接受沉积的基础。此点可以由目前所见中元古宙的沉积范围推知。五台群内所具有的交错层理、粒序层理、波痕、冲刷面、泥裂等特征,均标志着接受沉积的海槽应与古陆块邻近;杏仁状构造和枕状构造的熔岩流则反映了当时火山活动比较剧烈。从大地构造环境分析,五台运动是使古老地块趋于稳定的重要构造-热力事件,它使古陆壳克拉通化。一些重熔再生现象及基本上为原地改造型的花岗岩类均可作为陆壳扩大和增厚的佐证。在这一方面,中国东部的演化情况,与世界上一些古陆核的发展演化相似。

结 语

据目前已识别出的太古宙与元古宙早期的地质构造演化历史,可以判断在太古宙早期即开始有古陆核存在。而以后所经历的构造-热力事件,基本上都与深部地质作用有密切关系。据国外对于构造圈地球模式的研究,依照原始双星理论,地球在处于原始状态时,其半径仅有5400km。现今地球的实际体积约为原始地球的1.63倍。如此,则构造圈的厚度大约有970km。所以,地球本身也曾经扩大很多,其熔融的核心部分、热流模式及分异作用,显然控制着地壳的形成过程。因此,从太古宙开始存在的古陆核以及其后的发展演变,地壳日益稳定,这正是增生作用的结果。并且,这一过程,也因地质时代而异,不宜用均变论推演。

因为地壳形成的早期,热塑性较强,易产生蠕变,塑性构造得以发育。但进入太古宙晚期,刚性渐增,遂使元古宙早期地层发育于裂陷海槽中。而当时的构造运动,也应发生在属于硅铝壳的部位。从大地构造旋回的角度言,由早期太古宙至早期元古宙,中国东部经历了3个主要旋回,即迁西旋回、太行(阜平)旋回及五台旋回。

目前对于中国西部和南部的太古宙至早期元古宙时期的构造发展演化虽然还缺乏明确认识,但上述3个大地构造旋回也应有表现或反映。由于保存条件或认识不足,现尚难臆断。

现将中国东部太古宙早期至元古宙早期的构造演化概括于表1。

依上述,对古老岩系的研究与认识,必须考虑当时地壳的物性,探讨其流变学及热塑性;而不能从弹性力学角度来作简单的力学分析。这一点,对于认识沉积盆地的形成是非常重要的。此外,由于太古宙与元古宙时,月球与地球的距离较现今近得多,因而其引潮力远大于现代,所以对于沉积物各种特征的认识,也不能完全以“将今论古”的均变论观点考虑。近年对于古老岩系的研究,日益表明应当重视构造背景。这对于今后的工作,无疑是很重要的。

表 1 中国东部太古宙早期至元古宙早期的构造演化简表

Table 1 Showing the geotectonic evolution for early Archean to early Proterozoic of the eastern part of China.

地质时代	代表性岩系及区域对比				距今同位素 年龄 (亿年)	主要构造运动	构造形变基本特征	大地构造旋回
	冀东	辽南	晋北	豫西				
早元古宙	朱杖子群	?	五台群 吕梁群等	?	23	五台运动	强烈紧密线状褶皱 为主, 重熔再生现象 普遍, 广大稳定的 古陆壳基本上形成	五台旋回
晚太古宙	单塔子群		阜平群	太华群	25—26	阜平 (铁堡、 太行) 运动	形成一系列开阔背斜 与紧密向斜, 经后期叠 加运动, 呈短轴背斜 与穹隆	阜平旋回 (太行旋回)
中太古宙	迁西群?	鞍山群?	桑干群?	登封群?	30—31	迁西运动	华北古陆核已具雏 型, 惟较星散, 面积 也小, 逆掩形变, 较 普遍	迁西旋回
早太古宙					35—36			

收稿日期: 1988年11月15日

参 考 文 献

- (1) 李春昱、汤耀庆, 1983, 地质学报, 1期, 1—10页。
- (2) 劳秋元等, 1983, 地质论评, 2期, 113—124页。
- (3) 程裕淇等, 1982, 中国区域地质, 2期, 1—15页。
- (4) 王鸿祯, 1986, 地球科学, 5期, 447—453页。
- (5) 马杏垣, 1987, 地质学报, 2期, 113—126页。
- (6) Alfred K., 1982, Archean to early Proterozoic tectonics and crustal evolution, a review, Rev.Bios.Geoscience, V.12, No.1—3.

Discussion on Geotectonic Controlled Sedimentation Based on Geotectonic Evolution of Precambrian in Eastern China

An Yankai

Li Hanyu

(TV University of Tianjin)

(Chengdu College of Geology)

Abstract

This paper deals with the development of the Archean and Early Proterozoic rock units and their between tectonic features, and then discusses the relationship tectonic environment and sedimentation. The authors emphasized that the ancient sedimentation may be controlled by tectonic settings.

There are three tectonic cycles in precambrian occurred in eastern China, termed Qianxi, Fuping and Wutai. The ancient continental crust of that period may be formed just in the regions of northern China. It is suggested that, in the studying of Precambrian earth crust should be considered the tectonic settings which associated with sedimentary environment. For the high temperature and pressure existing in the mantle, it is believed the komatiite was formed in Archean, and the greenstone belt which widely spread may represented the stability of cratonic regions. Based on the results of investigations of Archean metamorphic sequence for several years, it suggests that the development of nuclei of ancient continents may be with progression and certain tendency, such as depletion of vertical movement and increase of horizontal movement with time. In addition, the characters of deformation may be from plastic change into rigid ones, thus, on the synclinoria in NE trend stacked some fractures and led to formed proto-taphrogens, in which the Early Proterozoic strata had been deposited, the location of which was at the continental margins and intracontinental settings. This tectonic pattern of framework had controlled the formation of the Proterozoic sediments during that period. However, the carbonate rocks can be represent the differentiation of the ancient earth crust, such as Wutai Group which consists of basic to acidic volcanics and clastics interbedded with some carbonate rocks, as well as with rhythmic flysch feature. The regional metamorphism is mainly derived from Wutai Movement stage I. During the Stage II and Luliang Movement, because of the strength of tectonic movement had been depleted, there isn't obvious regional metamorphism. The enlarging and thickening of continental crust caused by tectono-thermal events, are likely to form some nuclei of ancient continents worldwide.

In summary, it is emphasized that in the studying of Precambrian system, the uniformitarianism is not suitable to adapt, because of the characteristics of the earth's crust is different from the latter plates, which was formed in Late Paleozoic.