

鲁西山区土门群沉积以前 地质事件表初议

曹国权 王致本 董一杰
郑良峙 张承基

(山东省地质矿产局)

山东沂沭断裂带以西广大结晶基底,经过多年研究,虽然取得了一定进展,但从地质历史的角度出发,我们对它还只有模糊不清的概念。研究变质火山沉积岩系的层序,对于地壳变化的研究,是很重要的步骤,因为地壳发展的记录,无论是地层本身的,还是外来的,都表现在庞大地质体之中。然而地壳的发生发展历史,并不是可以用简单的沉积作用来概括的。在沉积前后及其沉积过程中,还有一系列地质事件发生,只有弄清这些事件并利用一些短暂的或者突发事件,精确地测定事件时间,建立一个地质单元内的地质事件顺序表,才能全面考察早期地壳演化历程。作者本着这个意思,试图综合前人资料并根据野外观察,拟定一个鲁西土门群沉积以前地质事件表,供大家讨论。

这个表在火山沉积岩系基础上,以时间为经,主要地质事件为纬,按主次排列而成,利用它推断解释各地质事件之间的关系,并探讨地壳演变历史。这只是一个初步的尝试,有待研究的地方很多,特别是许多重要地质现象还不认识,或者只有粗浅的认识;同位素地质年代学的研究不够深入,数据难以正确运用。这些问题均待日后逐渐完善。

一、所谓地质事件

早前寒武纪(包括早于19亿年的早元古宙)的地质背景与晚前寒武纪及显生宙的情况大不相同。它脱胎于地幔分异晚期,地壳初步形成,此时地热梯度高,气圈中游离氧稀少,水圈的镁含量大,真核生命正在形成。所以研究地壳演化的手段,不能依靠古生物进化规律。另一方面,年代湮久信息不清,确定地质年代颇为困难。加之,早前寒武纪的地壳形成、热流脉动、构造运动、海陆变化等是一个非常复杂的过程,人们对它的认识还大多停顿在设想阶段,仅有各种不同模式,尚无公认的统一理解。在这种情况下,只能在每一个地质构造单元内建立起自己的地质事件表,然后,将各区地质事件统一对比,筛选出有共性的事件形成大区的地质事件表。这样,才有可能逐步加深对地壳演化的认识。

地质事件大致上可分地球内在的与地球以外的事件。例如区域变质作用、火山侵入喷发活动、地壳运动、地热流值变化、地磁场极性反转、地震等等,均属于地球内部的事件。还有一些诸如星球的冲击、外星爆炸、陨石降落,则属于地球以外的事件。把这些地球内在的事件引用到地壳演化分析中来,利用它们的时间属性(突发的或者主幕、主期)及区域性,并

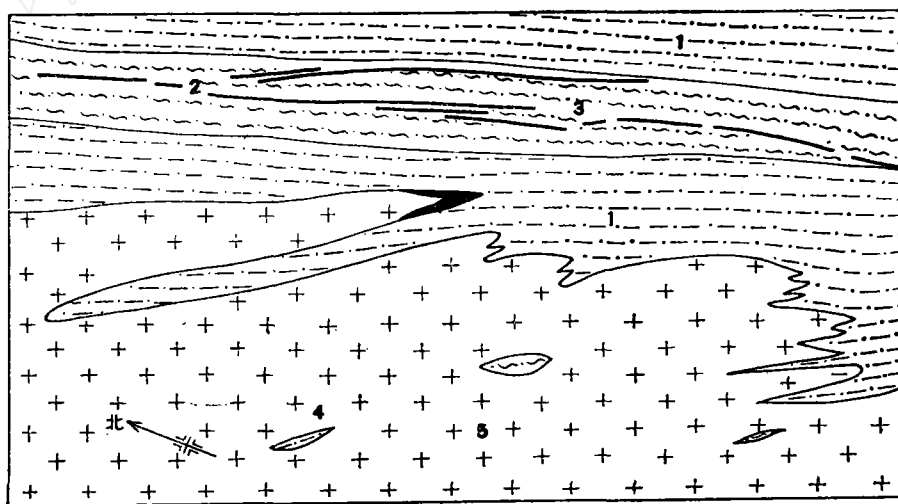
精确测定其年代，就可获得大量时间控制信息。

将这些时间控制信息与大量野外观察结合起来，可阐明这些事件的先后次序以及事件对沉积作用产物的影响。地质事件是局部的还是区域性的甚至全球性的，诱发地质事件的因素，各个事件之间的联系与旋回性，地质事件的延续时间（如果不是突发的），这些问题都将影响到能否正确认识地壳演化进程。由此可知，建立地质事件表并不是轻而易举的事，还是有许多困难的。

二、鲁西山区表壳岩

表壳岩（Crustal Rock）一词，本文是指经过深度变质重结晶改造的正、副片麻岩、混合岩及花岗质岩石，并包括各种残留体、捕虏体的早期地壳的总称。在这个概念上鲁西的表壳岩代表泰山群以前的地壳部分。它是沉积地层的基础，也是各种地质事件活动的“舞台”，似乎有必要对它作一些探讨。它经过太古宙及以后多次改造，业已面目不清，难以辨识了。不过有几点还是可以值得注意的。

（一）五十年代末泰山群自下而上被划为万山庄组、太平顶组、雁翎关组 and 山草峪组。目前看来，“万山庄组”、“太平顶组”（图1）的岩浆性很强，不能再划入地层部分。鲁西表壳岩不在“万山庄组”之下，而是在雁翎关组之下了。



据郑良崎等 1964年

图1 示混合花岗岩侵入于围岩中

1. 白云石英片岩 2. 电气石英脉 3. 黑云变粒岩 4. 残留体
5. 混合花岗岩（太平顶组） 新泰东牛家庄村南

（二）雁翎关组的底部是否出露齐全，它与表壳岩的关系，尚待进一步研究。

（三）鲁西表壳岩中有各种副片麻岩残留体，说明雁翎关组以前，已有海陆分异现象。可知它并不是原始地壳，其时代较新，可能不大于30亿年，而且属硅铝质型的壳岩。

泰山群就是一套沉积在这个表壳之上的火山沉积岩系。

三、沉积作用

表壳岩固结之后，又为泰山群复盖。二者之间迄今尚无不整合的报道。在新泰雁翎关一带见到的接触关系有三种状态，一是平行整合接触，一种是断层接触，还有一种是与莲花山岩体的侵入接触。如果认为雁翎关组是泰山群底部地层的话，那末，它与下伏的表壳岩可能存在一种形式的具有地壳褶皱意义的间断。这个接触关系是很重要的，确立构造运动并鉴定其时期，主要靠这个地质现象，应该引起人们的注意。

在鲁西山区土门群之下，可以识别有两个群。自下而上分别为泰山群、济宁群。泰山群又按原岩物质及沉积地质背景，可分为两个组。

雁翎关组代表一个基性火山沉积岩系。它包括两个大的喷发沉积旋回，每个大的旋回又由3—4个小的喷发沉积旋回组成。两个大的旋回之间，有砾状岩石存在。砾石种类大小不一，有的来自近处下亚组（旋回）或来自火山喷发碎屑；少量来源较远，如石英岩，片麻岩砾石，并不具底砾岩性质。在喷发中伴有小规模超基性岩侵入和喷溢，部分超基性熔岩在化学成分上与科马提岩相似〔3〕。本组在标准地点，厚度大于3000米。

山草峪组代表一套海底沉降作用稳定、沉积快速的浅海沉积物。原岩大多相当于粉砂级细粒级细碎屑沉积，有时可见到韵律层及交错层，岩性单调。此组与雁翎关组成整合接触，厚约2000米。

山草峪组之上，在泰安纸坊一带，还有一套上下以角闪质岩为主、中部以黑云变粒岩为主的基性、中酸性火山沉积岩系，此处厚440米。区域地质调查队郑良峙等及第一地质大队王致本等认为原岩物质、沉积环境等与前二组迥然不同，倡议建立柳杭组。此组底部及中上部含变质砾状岩石，据信可能为火山集块岩。这一岩组正在研究之中。本组平行整合于山草峪组之上。

泰山群的时代已经程裕淇等在六十年代初期作了详细研究〔1〕，其区域变质作用的时间接近或大于24.5亿年，“地层沉积的时代当更为古老”这个结论，迄今仍是无可置疑的。莲花山奥长混合花岗岩侵入于雁翎关组（图2），而莲花山岩体又有25.86亿年记录，那末雁

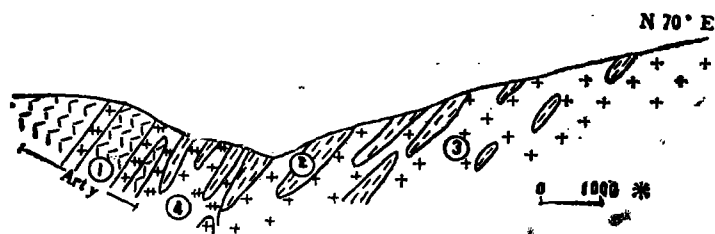


图 2 莲花山花岗岩侵入 Arty 示意剖面图（新泰县桃花峪）

1. 雁翎关组 (Arty) 斜长角闪岩
2. 黑云奥长均质混合岩
3. 具线理构造的花岗岩
4. 中粗粒伟晶质花岗岩脉

张成基 1985 年

翎关组是大于25.86亿年的。

最近程裕淇和孙大中等总结了华北原地台早前寒武纪演化旋回〔7〕,指出泰山群可能相当于其他各地早前寒武纪的四个巨旋回中第二个火山沉积巨旋回的岩石,大体上相当于鞍山群的上部、冀东的单塔子群、五台太行山区的阜平群上部及河南登封群,时代介于24.50—28亿年之间。

济宁群是1977年在鲁西西部济宁东平一带发现的一套千枚岩、板岩、条纹状假象赤铁矿及变质火山岩,原岩大体上是泥质岩石夹细粒磁铁矿石英岩及玄武安山岩,厚50—120米。在东平钻孔中〔6〕,见到它与泰山群黑云变粒岩成10—20度不整合。K—Ar法年龄值为17.095亿年,1980年山东第二地质队李评、姜煦春获得了Rb—Sr等时线年龄值19.53亿年。这套浅变质岩系中微古植物化石全部为球状藻类,化石组合可与长城系的对比。

它的岩石组合、变质等级、同位素年龄及微古特征,反映它代表了一个独自的地质时代沉积物,具备建群条件,由于深埋地下,缺乏地表露头,建群资料尚待今后不断充实。

盖在泰山群济宁群之上的是土门群或寒武系。据杨清和等意见〔8〕,认为自苍山县兰陵往南,经徐州丕县至宿县褚兰,晚前寒武系的年龄愈来愈新。褚兰一带晚前寒武系上部的史家组拥有>7.33亿年同位素年龄数据,其底部贾园组有海绿石同位素年龄数据7.38亿年。山东兰陵土门群居于贾园组之下,时代大于7.33亿年,较为可信,暂时认为是青白口纪产物。

四、主要地质事件

热事件:鲁西山区自太古宙以来,有可以辨别的五次热事件,发生在早前寒武纪的有四次,发生在晚前寒武纪的一次。由新而老,顺序如下:

中元古宙 (Pt ₂)	5. 桃科期辉长岩花岗岩	17.7~18亿年
早元古宙 (pt ₁)	4. 中天门期石英闪长岩—花岗岩	20.5~21亿年
	3. 雌山期混合花岗岩	22.5~23亿年
	2. 莲花山奥长花岗岩	>25.85亿年
晚太古宙 (Ar ₂)	1. 雁翎关期基性超基性岩	>25亿年

(一) 雁翎关期基性超基性火山活动

这期热事件的活动结果,组成了雁翎关组地层部分,已在“沉积作用”中作了简要说明,不再重述。这个火山活动以喷溢为主,仅伴有小规模侵入活动。火山活动外溢物质是富镁(为主)富铁的拉斑玄武岩,来自上地幔,与科马提岩在化学成分上十分相近,尚未发现鬃刺结构。

在新泰雁翎关地区太石棚,程裕淇等在侵入于该角闪岩中的电气石白云母微斜长石伟晶岩脉中取样(白云母,编号61195),用K—Ar法测得年龄值为23.67亿年〔〕,说明这次火山活动的时代应在此以前,再根据其他数据,定为>25亿年是合适的(附表)。

(二) 莲花山期奥长花岗岩

出露于徂徕—莲花山断块东部,以新泰莲花山岩体为代表。这是一种含钠较高的奥长花岗岩,它在桃花峪侵入于雁翎关组之中(图2)。由于混合岩化、花岗岩化作用强弱不同,这

个岩体边部表现为雾迷混合岩、均质混合岩，如任家庄所见。花岗岩与均质混合岩二者之间是逐渐过渡的。岩体本身存着许多变粒岩、斜长片麻岩等。这些奥长花岗岩均质混合岩的岩石化学成分并不是均一的，大概是受原来岩石的影响。

关于莲花山期的时代，沈其韩曾取样用Rb-Sr等时线法获得25.86亿年数据〔2〕，反映这时或更早曾经发生热事件。

（三）早元古宙雌山期混合花岗岩

它是含钾较高的变斑状混合花岗岩，斑晶长3—5毫米，由微斜长石组成，它的代表岩体是雁翎关地区的雌山岩体。此岩体成NW向分布，与区域走向一致，边部有各种混合岩体伴生。在其西南侧，地层倒转并出现构造岩。从其侵位可看出它是同运动花岗岩，岩体中保留有各种残留体。这次热事件与挤压而成的褶皱同步产生，迭加在新泰期区域变质之上。

泰山群及以前的上表壳岩的岩石化学成分，接近花岗闪长质岩类成分，在太古宙地热梯度较陡的情况下，经过褶皱挤压，易于升温至700℃以上，当热流上升，即可导致深熔（anatexis），形成花岗岩。

这种钾质混合花岗岩的钾质来源尚无定论，一种较为易于接受的设想，认为原来岩石化学成分是富于钾的泥质岩石，这些钾受热液影响，沿裂隙进行交代充填，最后成为微斜长石变斑晶。钾质或钠质交代，视地而异，不一定有一种来历不明的钾或钠的热液，在特定时期作区域性脉动式交代。

这次热事件的时间，还不能完全肯定，程裕淇等1962年接近岩体取样（61187），取得21.97亿年数据〔2〕。因为以后还有新的热事件产生，可能降低了这个岩体的年代，暂时建议放在22.5—23亿年之间。最近据中国地质科学院地质研究所万渝生同志函告，1984年在东石棚北部雌山岩体取样，用铀铅法测得锆石年龄为23.96亿年（上交点年龄）（图3）。

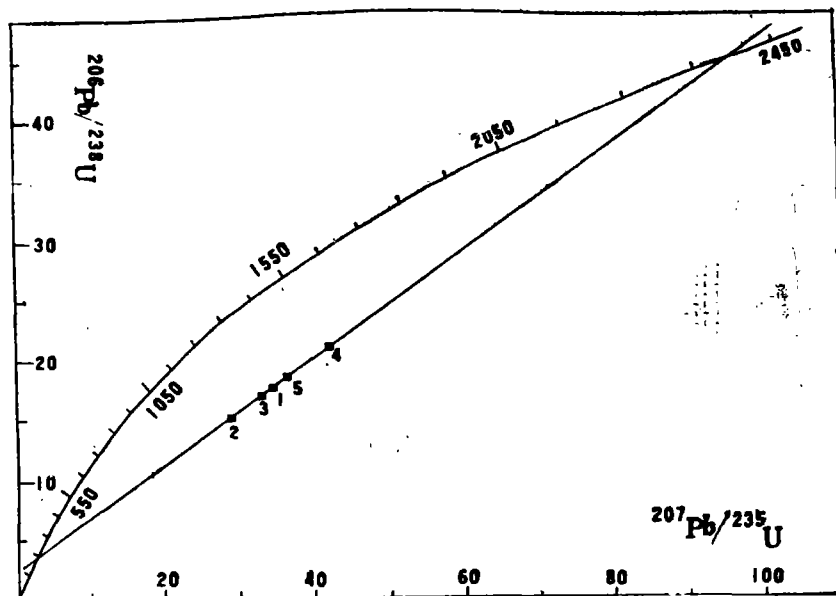


图3 雌山岩体锆石年龄图解

据万渝生1985年

(四) 早元古宙中天门期岩浆活动

这是发生在太古宙结晶基底上的元古宙第二次热事件，它们的代表岩体在泰山区，1962~1964年 805地质队比较详细地研究了它们的活动先后次序、成因及空间分布。同期，应思淮在岩石学方面做了大量工作。这期热事件又可细分为三个阶段：

第三阶段：傲来山交代式花岗岩

第二阶段：中天门石英闪长岩

第一阶段：普照寺细粒闪长岩

这些阶段中的岩体顺序，似乎是肯定的。在野外见到各种穿插关系，不在此赘述。

普照寺岩体以细粒黑云闪长岩为主，岩浆性较强，镜下可观察到有轻微混合岩化影响。它规模较小，仅分布在普照寺马蹄湾一带，形状不规则（图4），略成NW向，它为中天门岩体侵入。

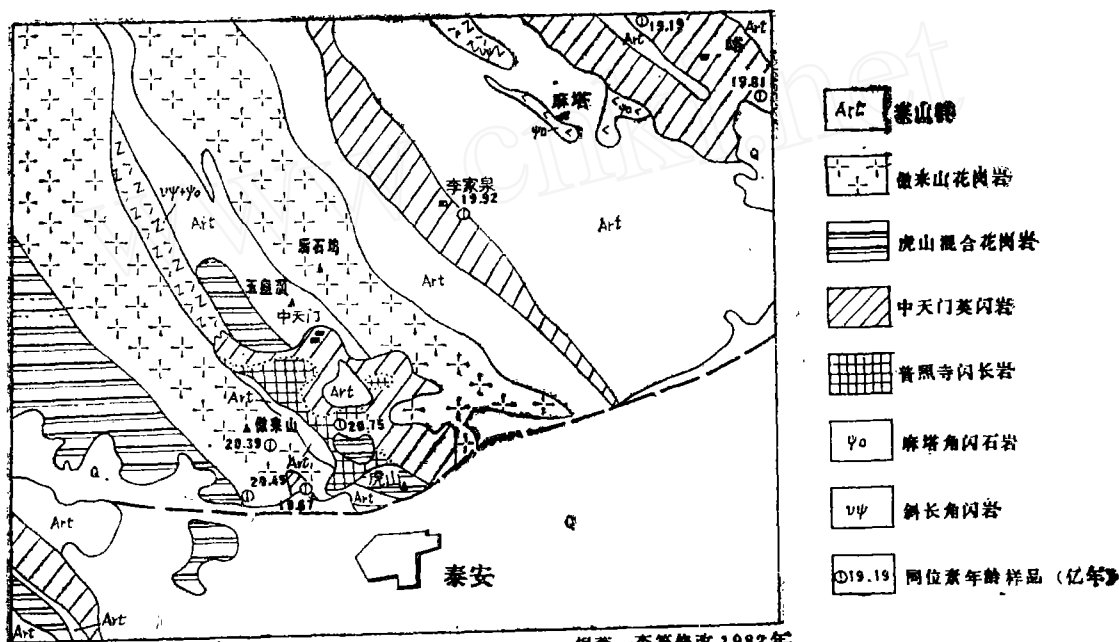


图4 泰山附近岩体略图

中天门岩体由黑云石英闪长岩组成，岩浆性也明显，形状不规则。它分布在泰山风景区及其东侧李家泉，线峪三处。李家泉出现的石英闪长岩受后来形变影响，热流渗入，混合岩化作用较强。

傲来山岩体分布在风景区之西，在东侧也大片出露，如调军顶后石坞等地，形成宏伟高山。它们都是交代花岗岩，边部残留体不少，中部颇为均匀，是一种微斜长石变斑状花岗岩，酷似真花岗岩，有流动现象，曾见侵入中天门岩体之中，系同运动产物。

这三个岩体的同位素年龄值，大致都在20亿年左右，普照寺岩体形成最早。1964年李璞发表的中天门岩体(泰安白杨房、编号ST-A1)同位素年龄数据为20.75亿年〔4〕，805队分别在李家泉获得19.92、19.70亿年，在线峪滑石山为18.81、19.91亿年数值，平均值为19.91

亿年。傲来山岩体经赵宗溥、李述周在泰山大众桥取样，为 19.67 (A3)、20.39 (A4) 亿年〔5〕，也表明为 20 亿年产物。可知中天门期岩浆活动发生在 20 亿年前后。以上这些数据，均系用 K—Ar 法黑云母测定，可能偏低。

这三个阶段的岩浆活动，虽在侵入作用上略有先后，但都属同一期构造岩浆活动。这期活动特点：(1) 活动规模比雌山期规模大；(2) 在同期活动中，第一阶段岩体小，第三阶段规模最大；(3) 前两阶段为中性的石英闪长岩，后阶段为酸性岩浆侵入；(4) 前阶段岩浆性强，形状不规则，在侵位上颇具底辟作用性质。在此以南，与泰山遥相对峙的徂徕山，同样看到这三个阶段的岩浆活动。

(五) 中元古宙桃科期辉长岩花岗岩

济南桃科花岗岩为红色黑云斜长花岗岩，它侵入于同期较早辉长岩中，也表现为两个侵入阶段，岩体呈 NNW 分布。岩体内部有残留体，与围岩为逐渐过渡。1958 年 A. 许勒在花岗岩中取样获得 K—Ar 法年龄值为 17.7 亿年。

董一杰怀疑桃科花岗岩是否可单列一期，他在六十年代初在泰山填 1:5 万地质图时，曾对它作过研究，认为桃科花岗岩相当于傲来山花岗岩，所谓桃科期是不存在的。

在泰山摩天岭岩体中有一个数据是 16 亿年 (B330)，在侵入傲来山岩体中的花岗岩伟晶岩是 16.83 亿年 (D3065)〔5〕，在泰安卧龙峪伟晶岩脉中，为 16.22 亿年 (805 队)，在雁翎关地区天井峪也有侵入于雁翎关组伟晶岩为 16.12、16.37 亿年 (AY—391C) 的记录，河北蓟县晚前寒武系剖面中大红峪组也曾有 17 亿年前后的安山质火山活动。以上情况表明在 17 亿年前后，似乎确有一次热事件发生。当济宁群在 17.53 亿年发生区域变质作用时，可能有岩浆侵入喷发伴生〔6〕，暂将桃科期定为 17.70—18 亿年。

五、主要构造事件

构造运动是地壳内部的内在活动因素，它在地壳发生、成长、转化的总过程中，是与变质事件、热事件联系在一起但又起主导作用的最重要的支配力量。这里提到的构造事件是指泰山群生成以来的构造活动。在雁翎关组以前，记载在岩石中的地质信息已扑朔迷离不易辨识，姑且从缓讨论在它以前的构造事件，是比较合适的。

(一) 稳定陆核的形成及第一次上升

自从泰山群 (新义) 经受了在 24.5 亿年新泰期变质作用之后，即发生固结形成陆核。上升时发生不均衡，往往在边缘形成裂陷槽 (Aulacogen) 是完全可能的。由于目前对这些地质事件尚不了解，无法说明其具体细节。在上升过程中，即伴随着强烈剥蚀，直至济宁群 (>17.53 亿年) 沉积以前为止。从 24.5 亿年到 17.53 亿年长达 7 亿年之久，在鲁西地区缺失沉积地层。

在这 7 亿年中，沉积作用虽不显著，但地壳并不是宁静无事的。在这固化的陆核上，曾先后发生两次水平挤压活动。第一次在 22.5—23 亿年期间，有 NE 向应力作用，导致了雌山期岩体的生成。在 20.5—21 亿年间又发生第二次挤压作用，应力方向仍为 NE—NEE，强烈程度远比前次为大，伴随着中天门期大规模中酸性岩浆活动。许多迹象表明，这次挤压可能诱发了推复构造。强烈的应力出现在这次地壳运动末期，是符合一般运动规律的。

鲁西山区土门群前地质事件表

时代	积作用	变质事件	热事件	主要构造事件	矿化	亿年
Pz 晚元 古宙	E Pt _{3t} 土门群 > 738 m.y					
中 元 古 宙	缺 失 Pt _{2j} 济宁群 > 120 m 不整合	济宁期区域变质 (绿片岩相) 1753 m.y	V、桃科期花岗岩— 辉长岩 1770—1800 m.y	2. 陆壳再次上升 1. 引张—古裂 陷形成 >1753—1700 m.y	Cu Ni Pt Pd 细粒磁铁矿	17 18
	缺		IV、中天门期中酸性岩 浆活动 微来山花岗岩 中天门闪英岩 普照寺闪长岩 2050—2100 m.y	强烈挤压~褶皱 及可能的推复构造	磷矿化	19 20 21
早 元 古 宙	失		III、崮山期混合花岗岩 2250—2300 m.y	挤压~褶皱断裂	Nb、Ta、Li、 Be	22 23
		新泰期区域变质 (角闪岩相) 2450 m.y		3. 陆壳上升 2. 固结、陆核 形成 1. 形变 <2450 m.y		24 25
晚 太 古 宙	泰山群 Art ₁ 山草峪组 2000 m ± Art ₂ 雁翎关组 <3000 m Art 上表壳岩		II、莲花山期奥长花岗 岩 2586 m.y I、雁翎关期基性超基 性岩浆活动 >2586 m.y		Au 条带磁铁矿 Ni 石墨、磁黄 铁矿	

在晚太古宙到中元古宙，形成一个包括沉积作用、变质作用、岩浆活动以及构造运动在内的早前寒武纪演化阶段。这一阶段中，在泰山群基础上发生了由固结—陆核生成—上升—两

次挤压，构成一个完整的构造事件系列。由于山草峪组之上无可确认的不整合，似乎建立一个命名为泰山运动的主褶皱幕，还为时过早。目前仅可设想山草峪组沉积之后（不含柳杭组）的陆核上升为其主幕，发生在24.5亿年以后。正是这个上升，因而缺失了早元古宙及中元古宙早期沉积。

（二）裂陷槽形成及陆核第二次上升

前一阶段演化进程形成了济宁群的成长背景。在它沉积之前，地壳应力属引张性质的水平运动，在陆核西缘出现了裂陷槽，发生近于NNW向裂谷型地堑—地垒，在此基础上进一步发展成线性海槽，接受了泥质泥砂质和中性火山沉积—济宁群。这个沉积埋在鲁西山区西侧千米以下，倾角 50° — 60° 。据报道，它与寒武系成不整合接触，仅从钻孔中知道它的厚度大于120米。

在济宁以北的东平县冯家庄一带，某个钻孔也曾见到板岩、千枚岩浅变质岩系，并以 10° — 20° 交角的不整合形式覆于泰山群之上〔6〕。

17亿年前，当济宁群遭到绿片岩相区域变质作用之后或同时，有桃科辉长岩花岗岩的侵入。不久，陆核第二次上升，再次遭到剥蚀夷平，以致缺失17.53~10亿年长达7亿年之久的岩石记录。直到10亿年才有相当于青白口纪（8~10亿年）未经变质的土门群出现。

由上可知，中元古宙以来第二个演化阶段，包括济宁群在内，表现为引张—裂陷作用—沉积—区域变质—上升—剥蚀等另一个构造事件系列。关于它的上下接触关系，没有可以目睹的不整合现象，建立一个运动同样是比较困难的。

矿化是个历史现象，矿石是一种有经济价值的岩石，它的发生、发育、转化是在地质历史进程中受当地地质条件控制的。矿化也可以认为是一种事件。在这个地质事件表中，将已知的一些矿产、矿化，按时间编列在表上，这里不再赘述。

从这个地质事件表上，可以看出每一种事件发生—消亡全过程，也可看出各种事件的相互联系制约情况，鲁西山区结晶基底的演化比较清晰可见。当然，由于许多事件的本身研究不够，时代测定还不精确，甚至有些事件没有被人们所认识，存在的问题是很多的，有些问题特别应加以注意，例如，上表壳岩的组成成分、性质、时代；泰山群的上下接触关系，济宁群及相近地层的研究；沂水大山高级变质作用的范围、发生时代；岩浆活动的期次；推复构造等等均影响到事件表的内容与顺序。同位素地质年代学只有在地质观察基础上才能得出正确结论，数据本身是无意义的。这个表待研究充实的地方还不少，希望在不久的将来，能够逐步得到完善。

参 考 文 献

- 〔1〕程裕淇等，1964，山东新泰一带泰山群变质岩类和岩浆岩类岩石的地质年代学研究，地质论评22卷3期。
- 〔2〕程裕淇、沈其韩、王泽九，1977，山东新泰雁翎关一带泰山群变质岩系的初步研究，地质矿产研究，3期。
- 〔3〕程裕淇等，1982，山东太古代雁翎关变质火山沉积岩。地质出版社。
- 〔4〕李璞等，1964，钾氩法测定岩石矿物绝对年龄数据的报导。地质科学，1期。

- 〔5〕应思淮, 1980, 泰山杂岩。科学出版社。
- 〔6〕元润章, 1984, 鲁西前寒武纪地层划分及含铁建造地质特征。南京地质矿产研究所所刊, 五卷三号。
- 〔7〕Cheng Yugi, Sun Dazhong and Wu Jiashan, 1984, Evolutionary Mega-cycles of The Early Precambrian Proto-North China platform. Journal of Geodynamics I, p.p.251-277
- 〔8〕杨清和等, 1980, 苏皖北部震旦亚界的划分和对比。中国震旦亚界, 天津科学技术出版社

www.cnki.net

PRELIMINARY DISCUSSION OF THE GEOLOGICAL EVENTS BEFORE
THE FORMATION OF THE TUMEN GROUP IN WESTERN SHANDONG

Cao Guoquan, Wang Zhiben, Dong Yijie, Zheng Liangzi, Zhang Chengji

(The Shandong Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The voluminous basement complex occurred in Western Shandong, which has a regional strike in NW or NNW, underlies the Tumen Group which has an isotopic age older than 738 m.y.

Some important geological problems in terms of this hilly land have not yet been settled. A study of volcano-sedimentary series is very important for understanding the basement crystalline rocks. In addition, a thorough research of geological events of Early pre-cambrian has a great significance on the evolution of the crust. A tentative table of the geological events in Western Shandong was proposed in this paper.

To establish a sequence of geologic events, it is necessary to distinguish the upper crustal rocks and to know their nature. There is somewhat a difficulty now to set its upper boundary accurately. From the field observations, it is assumed that these comprising the sialic crust underlie the Yanlingguan Formation. Under the conditions of a thinner earth's crust and the high thermal gradient in that time, the upper crustal rocks were mingled products with some part of the older lithosphere and Archean geologic bodies in the course of accretion of the crust due to mantle differentiation. They consist of the "Wanshanzhuang Form." and the "Taipingding Form." deemed as stratigraphic system earlier which are, in fact, only relics of volcano-sedimentary rocks remoulded by large amount of migmatized or granitized granodiorites. The age of crustal rocks seems no more than 3000 m.y.

Based upon the field observations, the writers have proposed a sequence of the geologic events for describing the evolution of the earth's crust in this region. The chief events and their relationship can be summarized as follows.

1. On the sialic upper crustal rocks there is a sequence of volcano-sedimentary rocks of which the lowest part is the Yanlingguan Form. (Arty) composed

mostly of basic, ultrabasic lavas and volcanic debris with minor intrusions accumulated in the marginal sea trough in the front of island arc, and accompanied with mineralization of Fe, Au, Ni, Cu etc., and then follows the Shancaoyu Form. (Arts) that is characterized by the rapid deposition and the simple in composition and was originated from silty material and possible acid pyroclasts. They were formed before 2500 m.y.

After this there is no geologic record found here for a long interval about 700 m.y. Just a little earlier than 1753 m.y. were deposited the Jinin Group (Pt_{2j}) of Mid-Proterozoic age which are composed of pelitic rocks and medium pyroclasts. There is no stratigraphic sequence for another 7000 m.y. interval due to the crustal uplifting until the deposition of the Tumèn Group about 1000 m.y. ago.

2. Two phases of regional metamorphism have been defined. The early one established by Prof. Y.C. Cheng, et al. is termed as Xintai Phase and denotes a regional metamorphism terminated at 2450 m.y. ago that caused the amphibolite facies metamorphism of Taishan Group. The second one named as Jinin Phase occurred 1753 m.y. ago which caused Jinin Group to be metamorphosed in greenschist facies.

3. After the Xintai Phase an old continental nucleus was formed in a course of consolidation that was followed by an uplifting (epeirogenic) movement. Under this background two episodes of tectonism took place with the first one in 2250-2300 m.y. and the second one in 2050-2100 m.y. which made the old nucleus reformed by a compressive stress. It appears that the tectonism in the second episode was relatively stronger than that in the first one, and probably accompanied by the thrusting.

The architecture of crustal movement in the Mid-Proterozoic Era about 1800 m.y. ago which differs from that in the Early Proterozoic, was caused by a tensile stress that produced an aulacogen wherein were formed Jinin Group together with magnetite deposits. Soon after 1700 m.y. there was a second epeirogenic movement so this region was in an emergence state and was under intensive denudation until 738 m.y. ago. Thus the Jinin Group was retained only at the deeper part of the aulacogen.

4. Thermal events are evidenced by a series of granitization and magmatic intrusion. The writers have distinguished at least five tectono-magmatic activities as follows:

Mid Pt (Pt₂) 5 Taoke Period, granite-gabbro 1770-1800 m.y.

Early Pt(Pt ₁)	{ 4 Zhongtianmen Period, tonalite, gr. 2050-2100 m.y.
	{ 3 Gishan Period, migmatitic gr. 2250-2300 m.y.
Late Ar(Ar ₂)	{ 2 Lienhuashan Period, trondhjemite >2585 m.y.
	{ 1 Yanlingguan Period, basic, ultrabasic rocks >2500m.y.

www.cnki.net