



山东省前寒武纪地层形成时代

——同位素地质测年的证据

王世进¹, 万渝生^{2,3}, 宋志勇¹, 杨恩秀¹, 董春艳^{2,3}, 王伟⁴,

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 3. 北京离子探针中心, 北京 100037; 4. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

摘要:精确同位素地质测年结果表明, 沂水岩群形成时代为 2 760~2 700 Ma, 泰山岩群雁翎关岩组、柳杭岩组下亚组和孟家屯岩组形成时代为 2 750~2 700 Ma, 均属新太古代早期; 泰山岩群柳杭岩组上亚组、山草峪岩组形成时代为 2 600~2 540 Ma (被峰山岩套石英闪长岩和傲徕山岩套二长花岗岩侵入), 济宁岩群岩浆锆石年龄 ($2\,561 \pm 24$) Ma, 均属新太古代晚期。荆山群和粉子山群的形成时代为古元古代晚期。芝罘群碎屑锆石 U-Pb 年龄 ($1\,658 \pm 32$) Ma、($1\,792 \pm 43$) Ma, 形成时代为中元古代。云台岩群花果山组碎屑锆石 U-Pb 年龄 800~740 Ma, 形成时代为新元古代。

关键词:前寒武纪地层; 形成时代; 同位素地质测年; 山东省

中图分类号: P534.1; P533

文献标识码: A

1 山东省前寒武纪地层概况

2008—2011年, 山东省地质调查院承担中国地质调查局安排的山东省地质系列图件编制与综合研究项目, 进行山东省区域地质志修编工作。山东省地质调查院与中国地质科学院地质研究所合作, 以山东鲁西和胶东地区为主要对象, 对区内重要和关键地质体开展锆石 SHRIMP U-Pb 同位素年代学研究, 重点探索研究区内早前寒武纪构造热事件演化序列, 取得了重要的地质测年成果, 为山东省前寒武纪地层形成时代的研究提供了新的证据。

山东省前寒武纪地层主要包括泰安-临沂地层分区的沂水岩群、泰山岩群、济宁岩群、土门群, 鲁北地层分区唐家庄岩群、胶东岩群、荆山群、粉子山群、芝罘群、蓬莱群及胶南-威海造山带地层分区的变质表壳岩组合、云台岩群、朋河石岩组^[1,2]。

中太古代地层为出露在鲁东地层分区的唐家庄岩群, 为麻粒岩相变质的中基性-中酸性火山岩夹硅铁岩建造。

新太古代地层为出露鲁西地层分区的沂水岩

群、泰山岩群、济宁岩群, 沂水岩群为麻粒岩相变质的超基性-基性及酸性火山岩-泥岩、硅铁岩建造, 泰山岩群为遭受角闪岩相变质的科马提岩-拉斑玄武岩-中酸性火山岩-沉积岩-硅铁岩建造, 济宁岩群属低绿片岩相变质的中酸性火山岩-泥质岩建造。鲁东地层分区出露胶东岩群, 为角闪岩相变质的基性火山岩-碎屑岩建造。

古元古代地层主要分布于鲁东地层分区, 为荆山群、粉子山群及胶南-威海表壳岩组合。荆山群为遭受角闪岩相-麻粒岩相变质的正常浅海泥岩-碎屑岩-碳酸盐岩建造, 粉子山群为受绿片岩相-低角闪岩相的变质的碎屑-泥岩碳酸盐岩建造, 是同时异相产物。胶南-威海表壳岩组合出露于胶南-威海地层小区, 划分为斜长角闪岩段、变粒岩段、大理岩段、含石墨岩系段、片岩段、石英岩段。

中元古代地层芝罘群分布于鲁东地层分区, 为受低角闪岩相变质的滨海碎屑岩建造, 形成时代为古元古代晚期。

新元古代地层包括土门群、蓬莱群及云台岩群、

* 收稿日期: 2011-01-13; 修订日期: 2011-11-10; 编辑: 程光锁

作者简介: 王世进(1950—), 男, 山东烟台人, 教授高级工程师, 主要从事区域地质、矿产、农业地质调查研究工作; E-mail: shijinw63@163.com。

朋河石岩组。土门群分布于鲁西地层分区靠近沂沭断裂带一侧,为浅海相碎屑岩-碳酸盐岩建造。蓬莱群分布于鲁东地层分区蓬莱一带,中下部遭受浅变质,为碎屑岩-泥岩-碳酸盐岩建造。云台岩群分布在江苏省连云港地区和我省东南沿海的 3 个小岛屿上,原岩为酸性火山岩,受绿片岩相变质;朋河石岩组零星分布于胶南断隆之上,为经历了低绿片岩相变质的碎屑岩-泥岩。

2 山东省前寒武纪地层同位素地质测年

2.1 太古宙地层

2.1.1 沂水岩群

沂水岩群发育于沂沭断裂带内汞丹山断隆起的中部。呈岛状、透镜状、条带状等各种包体形式残存于泰山岩套、沂水岩套、傲徕山岩套等新太古代花岗岩类侵入岩中。其形成时代,前人依据 2000 年以前获得的 Sm-Nd 等时线年龄在 3 000 Ma,推测沂水岩群的形成时代属中太古代。如山东省地矿局第八地质队程志忠等在石山官庄岩组中取麻粒岩 Sm-Nd 年龄样获模式年龄 $2\,920 \sim 3\,020\text{ Ma}$ ^①;中国地质大学(北京)在石山官庄岩组中取二辉角闪岩,紫苏斜长角闪岩样品,测得 Sm-Nd 等时线年龄样品为 $(2\,986 \pm 36)\text{ Ma}$ ^②,中国地质科学院沈其韩、徐惠芬等在林家官庄组透辉斜长角闪岩、二辉斜长角闪岩测得 Sm-Nd 等时线年龄为 $(2\,997 \pm 78)\text{ Ma}$ ^[3-4]。

2009 年,中国地质科学院赵子然、宋会侠,沈其韩等对沂水岩群变基性岩进行岩石地球化学和锆石 SHRIMP U-Pb 定年研究,在含尖晶石和石榴子石(斜长)角闪二辉麻粒岩中测出最老的锆石年龄为 $2\,719\text{ Ma}$ ^[5],对变基性岩中的锆石进行了 Lu-Hf 模式年龄定年,其最大值为 $2\,760\text{ Ma}$,可能反映了变基性岩原岩年龄的上限。同时对残留于沂水牛心官庄花岗岩中的沂水岩群含矽线石十字石榴二云斜长片麻岩进行锆石 SHRIMP U-Pb 定年,碎屑锆石不一致线上交点年龄为 $(2\,695 \pm 32)\text{ Ma}$ ^[6]。说明沂水岩群形成年龄在 $2\,760 \sim 2\,700\text{ Ma}$,推测属新太古代早期。

2.1.2 泰山岩群

(1)泰山岩群下部地层(包括雁翎关岩组、柳杭岩组下亚组和孟家屯岩组)可能属新太古代早期

新泰市雁翎关村北雁翎关组下部角闪变粒岩岩

浆结晶锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $(2\,747 \pm 7)\text{ Ma}$ ^[7]。新泰市天井峪村东南片麻状石英闪长岩(图 1)锆石内核 SHRIMP U-Pb 年龄 $(2\,740 \pm 6)\text{ Ma}$,侵入雁翎关岩组底部透闪阳起片岩^[8]。济南市历城区枣林村东侵入柳杭岩组下亚组斜长角闪岩的片麻状奥长花岗岩(图 2)岩浆锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 $(2\,707 \pm 9)\text{ Ma}$ ^[9]、 $(2\,706 \pm 9)\text{ Ma}$ 。孟家屯岩组锆石内核 SHRIMP U-Pb 年龄:石榴石英岩 $(2\,717 \pm 33)\text{ Ma}$,石榴黑云母片岩 $(2\,742 \pm 23)\text{ Ma}$,该组被锆石内核 SHRIMP U-Pb 年龄 $(2\,695 \pm 14)\text{ Ma}$ 的条带状英云闪长质片麻岩侵入(图 3)^[10],它限制了泰山岩群形成时代不晚于 $2\,700\text{ Ma}$ 。泰山岩群下部地层(包括雁翎关组、柳杭组下亚组斜长角闪岩和孟家屯岩组)形成时代为 $2\,750 \sim 2\,700\text{ Ma}$,均属新太古代早期。华北克拉通中以发育 $2.55 \sim 2.50\text{ Ga}$ 的构造热事件而著称,而在鲁西地区广泛发育 $2.75 \sim 2.70\text{ Ga}$ 的表壳岩和侵入岩,保留了该时期全球性岩浆活动的重要信息,表明华北和其他很多克拉通一样,都广泛发育 2.7 Ga 的构造热事件^[11]。和其他克拉通相比,华北克拉通只是遭受到了更强的 2.5 Ga 构造热事件叠加。



图 1 新泰市天井峪村南雁翎关组底部透闪阳起片麻岩被片麻状石英闪长岩侵入

在新泰市雁翎关村南雁翎关岩组上部地层斜长角闪岩中保留变余枕状构造,枕状斜长角闪岩的周围杏仁状气孔充填构造发育(图 4),反映原岩形成

① 山东省地质矿产局第八地质队,宋余礼、程志忠等,中华人民共和国 1:5 万沂水、夏蔚两幅区域地质调查报告,1990 年。

② 中国地质大学(北京)和山东省地质矿产局,顾德林等,中华人民共和国 1:5 万高桥、马站、圈里等三幅区域地质调查报告,1997 年。



图 2 济南市历城区团员沟村片麻状奥长花岗岩侵入柳杭岩组下亚组斜长角闪岩



图 5 济南市历城区枣林村东柳杭岩组下亚组斜长角闪岩具变余枕状构造



图 3 新泰市孟家屯村西孟家屯岩组石榴石英岩被条带状英云闪长质片麻岩侵入



图 6 泰安市西南峪柳杭组上亚组含砾变粒岩

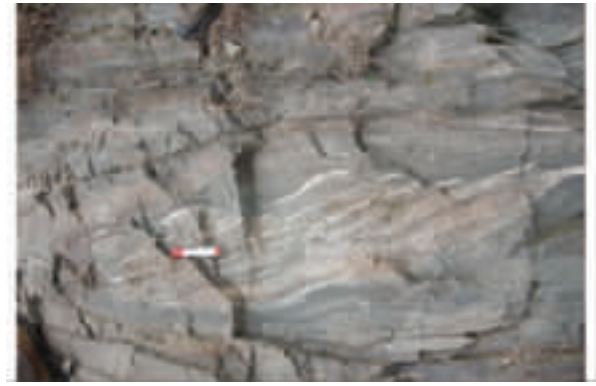


图 4 新泰市雁翎关村南雁翎关岩组上部地层斜长角闪岩中保留变余枕状构造,枕状斜长角闪岩周围杏仁状气孔充填构造发育

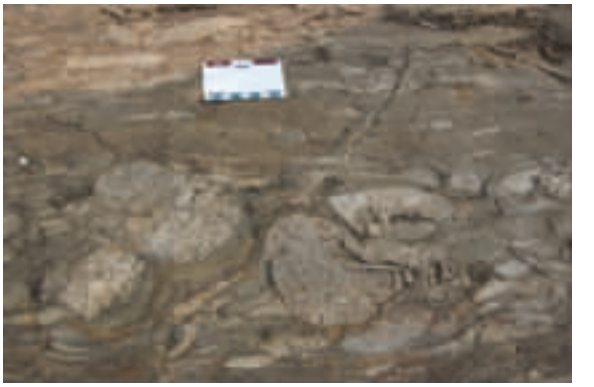


图 7 泰安市西南峪柳杭组上亚组变质沉积砾岩奥长花岗岩砾石

于浅海基性火山喷发沉积环境。济南市历城区枣林村东柳杭岩组下亚组斜长角闪岩具多层变余枕状构造(图 5)。雁翎关岩组、柳杭岩组下亚组斜长角闪岩均为幔源超基性-基性熔岩在海底喷发形成。

(2)泰山岩群上部地层(包括柳杭岩组上亚组和山草峪岩组)和济宁岩群属新太古代晚期

柳杭岩组上亚组主要分布在泰安市西南峪—新泰市柳杭一带。主要岩性为黑云变粒岩、角闪黑云变粒岩、绢云石英片岩、中酸性变质火山角砾岩、变质沉积砾岩,变粒岩可见到清晰的变余晶屑结构、变余砂状结构。该次在泰安市西南峪该组含砾变粒岩(图 6)中测得锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为($2\,524 \pm 7$)Ma、($2\,587 \pm 16$)Ma,测得奥长花岗岩砾石(图 7)锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为($2\,553 \pm 10$)Ma。



图 8 新泰市二涝峪村西山草峪组黑云变粒岩



图 9 济宁颜店济宁岩群含砾绿泥绢云千枚岩



图 10 济宁颜店济宁岩群变质长英质火山岩

山草峪岩组主要分布在新泰市山草峪、盘车沟、章丘市火贯、西麦腰、官营、沂水县胡同峪、安丘市常家岭、枣庄市太平村及东平县等地。岩性以黑云变粒岩为主夹少量斜长角闪岩、二云片岩及磁铁石英岩。常见粒序层、斜层理、交错层、显微层理及变余砂状结构。在新泰市二涝峪村南和村西(图 8),分别测得黑云变粒岩碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 年龄为 $(2\,572 \pm 16)\text{Ma}$ 、 $(2\,544 \pm 6)\text{Ma}$ 。

泰山岩群柳杭岩组上亚组最年轻的碎屑锆石 $(2\,524 \pm 7)\text{Ma}$ 、山草峪岩组最年轻的碎屑锆石

$(2\,544 \pm 6)\text{Ma}$ 。该套地层被峰山岩套石英闪长岩和傲徕山岩套二长花岗岩侵入,它限制了泰山岩群上部地层形成时代不晚于 2.53Ga ,形成时代为 $2\,600 \sim 2\,540\text{Ma}$,属新太古代晚期。

济宁岩群含砾绿泥绢云千枚岩(图 9)的碎屑锆石年龄主要集中在 $2\,700\text{Ma}$ 左右,可靠的最年轻碎屑锆石年龄为 $2\,610 \pm 1\text{Ma}$ 。变质长英质火山岩(图 10)岩浆结晶锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $(2\,561 \pm 15\text{Ma})^{[12]}$,研究表明,济宁岩群可能形成于新太古代晚期,而不是以往认为的古元古代。

鲁西地区经历了 $2.75 \sim 2.50\text{Ga}$ 的构造热事件^[13],这和华北克拉通其他地区不同,是华北克拉通内唯一确定同时存在新太古代早期和晚期表壳岩的地区。鲁西地区除了早期的新太古代 TTG 和表壳岩组合之外,还有大量新太古代的辉长岩、闪长岩和花岗质岩石侵入。

2.2 元古宙地层

古元古代地层共划分出荆山群、粉子山群 2 个群级岩石地层单位,分布于胶北地区,是山东石墨矿、菱镁矿、滑石矿、大理石板材等非金属矿产的赋存层位,荆山群与粉子山群关系为同时同相异地关系。粉子山群最年轻碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $2\,200\text{Ma}$,荆山群最年轻碎屑锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 $(2\,175 \pm 16)\text{Ma}$ (万渝生等,2006)^[14],荆山群大理岩被 SHRIMP U-Pb 锆石年龄为 $(1\,868 \pm 11)\text{Ma}$ 和 $(1\,852 \pm 9)\text{Ma}$ 的莱州组合西水沓单元辉长岩侵入(图 11)^[15],限定其形成时代为 $2.2 \sim 1.9\text{Ga}$,属古元古代中期滹沱系。

中元古代地层芝罘群分布于烟台市芝罘岛及其邻近空洞岛等各大、小不同的岛屿,其主要岩性为石英岩、钾长石英岩夹磁铁矿层。陆松年等(2010)在芝罘群石英岩中测得碎屑锆石 U-Pb 年龄 $(1\,658 \pm 32)\text{Ma}$ 、 $(1\,792 \pm 43)\text{Ma}$ ^①,其形成时代属中元古代早期,可与长城纪地层对比。并测得该群下伏婆婆峪单元二长花岗岩锆石 U-Pb 年龄 $(2\,476 \pm 35)\text{Ma}$ 。

新元古代地层包括鲁西地层分区土门群、鲁东地层分区胶北地层小区蓬莱群、胶南-威海地层小区云台岩群和朋河石岩组。蓬莱群最年轻碎屑锆石 U-Pb 年龄 $1\,000\text{Ma}$ 左右(图 12)^[16](3 件样品年龄

① 测年数据来源于作者与天津地质矿产所陆松年教授通讯,2010 年。



图 11 荆山群大理岩被西水沱单元辉长岩侵入



图 12 长岛九丈崖蓬莱群石英岩

最小的锆石年龄分别为 1 045 Ma, 986 Ma, 996 Ma)。云台岩群花果山组云母石英片岩单颗粒碎屑锆石 U - Pb 年龄 800 ~ 740 Ma (王秀丽等, 2006)^[17]。朋河石岩组千枚岩的全岩 Rb - Sr 等时线年龄 221 ± 14 Ma, 为变质年龄 (宋明春等, 2004)^[18]。

3 山东省前寒武纪地层划分讨论

3.1 同位素测年结果在前寒武纪地层形成时代研究中的作用

深刻理解和探讨地球系统演化过程中的重大地质、构造事件发生发展、古环境变化和生物群演化等重大科学问题, 必须对保存这些重要信息的地质、地层系统给出精确的同位素年代坐标。同位素地质年代研究与传统生物地层表的结合, 赋予地层 (地质体) 的形成、延续和地质事件发生、发展以定量的时间概念。所以, 同位素地质年代研究是区域地质和成矿研究的重要基础。对于年轻的地质体, 近年来已有大量的年龄数据获得, 在构造背景、“金钉子”时代确定和生物时代及演化等方面都取得了重要的进

展。在缺乏化石记录和地质体通常遭受强烈变质变形的早前寒武纪部分, 地质事件绝对时间概念的建立只能依靠同位素年代学研究成果。无疑, 同位素年代学在与时间演化有关的地质学不同研究领域中都占有十分重要的地位。

同国外一样, 我国同位素年代学研究也经历了一个从低水平向高水平逐渐发展的过程。早期主要为 K - Ar 法, 之后有 Rb - Sr 法、Sm - Nd 法和 Ar - Ar 法等。锆石 U - Pb 法一直是主要方法, 但在锆石用量多少、具体测年方法等方面都有很大改进和发展。本世纪初, 以 SHRIMP 为代表的锆石原位微区测年技术的应用, 为我国同位素年代学研究解决实际地质问题作出了重要贡献。锆石 SHRIMP U - Pb 法测年有许多长处。特别是, 结合阴极发光图像, 许多情况下都可给出锆石年龄明确的地质意义。

全岩和矿物 Sm - Nd 法年龄数据: 通常所指的 Sm - Nd 法实际上是 $^{147}\text{Sm} - ^{143}\text{Nd}$ 法, 利用的是 ^{147}Sm 衰变为 ^{143}Nd 的原理。Sm 和 Nd 都为稀土元素, 两者地球化学性质十分相似, 使其在地质作用过程中难以发生相互分离。由此出现一个“怪圈”: 等时线要求分析样品同源同成因, 而同源同成因样品之间 Sm/Nd 比值变化不大; 为了减小计算误差, 样品之间 Sm/Nd 比值差异应尽可能大, 但它们又可能不具同源同成因。另外, 许多地质作用, 包括岩浆作用难以使岩石体系初始 Nd 同位素组成达到均匀, 至少对于酸性岩浆作用是如此, 因为稀土元素主要出现在耐熔副矿物中。这些使得 Sm - Nd 等时线法常常不能给出正确可信的年龄。如前人依据沂水岩群 Sm - Nd 等时线法年龄 3 000 Ma 左右, 将沂水岩群的形成时代属中太古代^[3-4]。近年来根据锆石 SHRIMP U - Pb 定年研究, 说明沂水岩群形成年龄在 2 760 ~ 2 700 Ma^[5-6], 应属新太古代早期。但也有学者认为沂水岩群测年结果是后期改造的年龄, 不代表成岩年龄, 仍坚持沂水岩群属中太古代^[19-20]。

3.2 山东省前寒武纪地层划分中尚需研究解决的问题

综上所述, 沂水岩群、泰山岩群、济宁岩群、荆山群、粉子山群、芝罘群、蓬莱群、云台岩群等地层都取得了精确的锆石测年结果, 为研究其形成时代提供了可靠依据。而泰安—临沂地层分区的土门群, 胶北地层分区的唐家庄岩群、胶东岩群, 胶南—威海造

山带地层分区的变质表壳岩组合、朋河石岩组等的形成时代尚缺少精确的同位素测年资料,需要进一步研究解决。

参考文献:

[1] 宋明春,王沛成. 山东省区域地质[M]. 济南:山东省地图出版社,2003:1-68.

[2] 张增奇,刘明谓. 山东省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996:1-310.

[3] 沈其韩,沈昆,耿元生,徐惠芬. 山东沂水杂岩的组成与地质演化[M]. 北京:地质出版社,2000:130-133.

[4] 沈其韩,张宗清,徐惠芬. 山东沂水杂岩中变基性岩类的 Sm-Nd 同位素年龄及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志,1993,12(4):289-296.

[5] 赵子然,宋会侠,沈其韩,等. 山东沂水杂岩中变基性岩的岩石地球化学特征及锆石 SHRIMP U-Pb 定年[J]. 地质论评,2009,55(2):286-299.

[6] 赵子然,宋会侠,沈其韩,等. 2009 年,沂水杂岩中变质泥砂质岩石的岩石化学特征及年代[J]. 岩石学报,2009,25(8):1863-1871.

[7] 王世进,万喻生,张成基,等. 鲁西地区早前寒武纪地质研究新进展[J]. 山东国土资源,2008,24(1):10-20.

[8] 王世进,万喻生,张成基,等. 山东早前寒武纪变质地层形成年代[J]. 山东国土资源,2009,25(10):18-24.

[9] 王伟,杨恩秀,王世进,等. 鲁西泰山岩群变质枕状玄武岩岩相学和侵入的奥长花岗岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年代学[J]. 地质论评,2009,55(5):737-744.

[10] 杜利林,庄育勋,杨崇辉,等. 山东新泰孟家屯岩组锆石特征及其年代学意义[J]. 地质学报,2003,77(3):359-366.

[11] 万喻生,刘敦一,王世进,等. 华北克拉通(鲁西泰山-新泰地区)-2.7Ga 新生陆壳的形成,来自重要构造热事件锆石 U-Pb 定年和 Hf 同位素组成的证据[J]. 前寒武研究,2011,(186):169-180.

[12] 王伟,王世进,刘敦一,等. 鲁西新太古代济宁群含铁岩系形成时代-SHRIMP U-Pb 锆石定年[J]. 岩石学报,2010,26(4):1175-1181.

[13] 万喻生,刘敦一,王世进,等. 华北克拉通鲁西地区新太古代晚期新生陆壳岩浆作用与地壳物质再循环,来自 SHRIMP 锆石年代学的证据[J]. 美国科学杂志,2010,(310):1503-1552.

[14] 万喻生,宋彪,刘敦一,等. 华北克拉通变沉积岩的 SHRIMP U-Pb 年龄:晚元古代构造热事件的证据[J]. 前寒武纪地质,2006,(149):249-271.

[15] 董春艳,王世进,刘敦一,等. 胶东地区变质中-基性侵入岩锆石 SHRIMP+U-Pb 定年[J]. 岩石学报,2011,27(6):1699-1706.

[16] 初航,陆松年,王惠初,等. 山东长岛地区蓬莱群辅子乔组碎屑锆石年龄谱研究[J]. 岩石学报,2011,27(4):1017-1028.

[17] 王秀丽,李向辉,陈福坤,等. 苏鲁超高压造山带南部海州群锆石年龄及其地质意义[J]. 高校地质学报,2006,12(3):365-374.

[18] 宋明春,宋志勇,安丰芹. 苏鲁超高压变质带南部浅变质岩的全岩 Rb-Sr 同位素年龄[J]. 江苏地质,2004,28(3):140-144.

[19] 山东省国土资源厅资源储量处、山东省国土资源资料档案馆. 山东省矿产资源储量报告编制指南[M]. 济南:山东省地图出版社,2010:239-257.

[20] 张增奇,刘书才,杜圣贤,等. 山东省地层划分对比厘定意见[J]. 山东国土资源,2011,27(9):1-8.

Formation of Precambrian Strata in Shandong Province
—— Isotopic Dating Evidences

WANG Shijin¹, WAN Yusheng^{2,3}, SONG Zhiyong¹, YANG Enxiu¹, DONG Chuyan^{2,3}, WANG Wei⁴
(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 3. Beijing SHRIMP Center, Beijing 100037, China; 4. Geology and Geophysics Institute of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: As showed by precise isotopic dating results, Yishui group was formed in the 2760~2700Ma, while Yanlingguan formation in Taishan group, Xiayazu formation and Mengjiatun formation in Liuhang group were formed in 2750~2700Ma. They all belong to early period of Neoarchean. Shangya formation and Shancaoyu formation of Liuhang formation in Taishan group were formed in 2600~2540Ma (intruded by quartz diorite rock units in Yishan rock group and monzogranite in Aolaishan rock group), while zircons ages of Jining group was (2561±24)Ma. They all belong to the late Archean. The formation period of Jingshan group and Fenzishan group is late Paleoproterozoic. Detrital zircon U-Pb age of Zhifu group was (1658±32) Ma and (1792±43)Ma. They were formed in the Mesoproterozoic. Detrital zircon U-Pb age of Huaguoshan group is 800~740Ma, and was formed in the Neoproterozoic.

Key words: Precambrian; formation period; isotopic dating; Shandong province