

再论塔里木北缘阿克苏蓝片岩的时代和成因环境： 来自锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素的新证据*

张健¹ 张传林² 李怀坤¹ 叶现韬² 耿建珍¹ 周红英¹

ZHANG Jian¹, ZHANG ChuanLin², LI HuaiKun¹, YE XianTao², GENG JianZhen¹ and ZHOU HongYing¹

1. 天津地质矿产研究所,天津 300170

2. 南京地质矿产研究所,南京 210016

1. Tianjin institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China

2. Nanjing institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, China

2014-03-27 收稿, 2014-06-08 改回.

Zhang J, Zhang CL, Li HK, Ye XT, Geng JZ and Zhou HY. 2014. Revisit to time and tectonic environment of the Aksu blueschist terrane in northern Tarim, NW China: New evidence from zircon U-Pb age and Hf isotope. *Acta Petrologica Sinica*, 30(11):3357–3365

Abstract It is of significant importance to understand the Precambrian tectonic evolution and reconstruction of the Neoproterozoic supercontinent of Tarim block in northwestern China by the study of the timing and tectonic background of the Aksu blueschist and the mafic dyke swarms intruding it. In this study, we carry out U-Pb dating and Hf isotope analysis on zircons from both the meta-clastic rocks of the Aksu blueschist and the mafic dyke swarms. There are two significant age peaks in the U-Pb age spectra of the detrital zircons from the schist, i. e., the older zircon group concentrates at ~ 1.9 Ga, with minor Archaean component; another group peaking at ~ 820 Ma and representing the oldest deposit time of the Aksu blueschist. The mafic dyke swarms intruding the Aksu blueschist yields a zircon U-Pb age of ~ 760 Ma. Hence, the time of the Aksu blueschist facies metamorphism can be quite precisely defined in the range of 820 \sim 760 Ma. The peaks of the detrital zircon Hf crust-model age spectra appears at 2.2 \sim 2.3 Ga, 2.6 Ga and 3.2 \sim 3.3 Ga respectively, implying that Aksu blueschist terrane may be continental margin magmatic arc developed on the Early Precambrian Tarim basement.

Key words Aksu blueschist; U-Pb age; Lu-Hf isotope; Tectonic environment; Tarim

摘要 阿克苏蓝片岩和基性岩墙形成时代和构造背景对认识塔里木地块前寒武纪构造演化以及新元古代超大陆重建具有重要意义。本文通过对含蓝片岩的阿克苏群中变质碎屑岩和侵入阿克苏群的基性岩墙的锆石 U-Pb 定年及 Hf 同位素分析表明, (长石) 石英片岩中碎屑锆石出现 2 个明显的统计峰值, 较老一组锆石 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 的表面年龄集中在 ~ 1.9 Ga, 并有少量太古代的年龄信息; 另一组较年轻锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄峰值为 ~ 820 Ma, 代表阿克苏群的最大沉积年龄。侵入阿克苏群的基性岩墙锆石 U-Pb 年龄为 ~ 760 Ma。阿克苏蓝片岩相变质的时间被严格限定在 820 \sim 760 Ma 区间内。碎屑锆石 Hf 同位素地壳模式年龄峰值出现在 2.2 \sim 2.3 Ga, 2.6 Ga 和 3.2 \sim 3.3 Ga。综合本次工作及前人研究成果, 表明阿克苏蓝片岩地体是塔里木早前寒武纪基底之上发育起来的大陆边缘岩浆弧。

关键词 阿克苏蓝片岩; U-Pb 年龄; Lu-Hf 同位素; 成因环境; 塔里木

中图法分类号 P588.344; P597.3

* 本文受大陆构造与动力学国家重点实验室开放基金(201306)、国家自然科学基金项目(41172175)和中国地质调查局项目(12120113013900)联合资助。

第一作者简介: 张健, 男, 1982 年生, 硕士, 工程师, 地质学专业, 主要从事同位素地质年代学研究, E-mail: zhangjian91011@126.com

1 引言

阿克苏蓝片岩自发现之日起便引起普遍关注(Liou *et al.*, 1989; Nakajima *et al.*, 1990; 陈哲夫等, 1993), 该蓝片岩被认为是世界上两处保留最完整的前寒武纪蓝片岩之一。一般认为蓝片岩是低温高压条件下形成, 是洋壳俯冲消减作用的直接产物, 其年代学研究对恢复和重建古板块构造具有关键作用。前人根据大量年代学数据和地层学的约束, 将阿克苏蓝片岩的时代划为前寒武纪。在过去的二十年中, 地质学家尝试利用各种不同的方法和手段来限定阿克苏蓝片岩的时代问题, 一直未获一致的认识(表1)。早期研究者主要依据野外观察和地层约束, 确定蓝片岩为前寒武纪(纪纪斌和王务严, 1986; 董申保, 1989; Liou *et al.*, 1989)。Nakajima *et al.* (1990) 和高振家等(1993)分别报道了该蓝片岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 698 ± 26 Ma 和 $944 \sim 962$ Ma, 而 Yong *et al.* (2013) 对3件蓝片岩样品 Rb-Sr 测得等时线年龄分别为 895 ± 3 Ma、 790 ± 1 Ma 和 627 ± 150 Ma。依据 Rb-Sr 等时线年龄很难获得比较统一的认识, 究其原因可能是阿克苏蓝片岩地体的峰期变质温度较低($300 \sim 400^\circ\text{C}$) (Liou *et al.*, 1996), Rb-Sr 同位素体系未能达到平衡状态(变质碎屑沉积物平衡条件的要求更加苛刻)。Nakajima *et al.* (1990) 报道阿克苏蓝片岩中多硅白云母 K-Ar 年龄 718 ± 22 Ma 和 710 ± 21 Ma。Chen *et al.* (2004) 和 Yong *et al.* (2013) 通过 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法获得钠质闪石和多硅白云母的年龄分别为 $870 \sim 860$ Ma 和 750 Ma, 虽然 K-Ar 和 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 分析方法上有相通之处, 显然两种方法的年龄差距明显。与此同时, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测试可能遇到的问题: 1) 钠质闪石中过剩 Ar 存在, Chen *et al.* (2004) 获得 $870 \sim 860$ Ma 的年龄值可能偏老; 另外 Yong *et al.* (2013) 排除多硅白云母中过剩 Ar 的干扰因素, 认为 750 Ma 能够代表阿克苏蓝片岩峰期变质年龄, 然而多硅白云母中 Ar 扩散程度与压力因素有关的实验事实

不容忽视(Harrison *et al.*, 2009); 2) 不同区域的蓝片岩受到的压力不一致(黄文涛等, 2009)也可能造成多硅白云母 Ar 年龄多解。无论是 Rb-Sr 还是 K-Ar(包括 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) 同位素分析存在或多或少的前提条件, 这制约了利用 Rb-Sr 和 K-Ar(包括 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$) 年龄对阿克苏蓝片岩形成时代的准确判断。

锆石 U-Pb 同位素体系具有较高的封闭温度和物理、化学稳定性以及抗干扰能力, 即使经历多次地质事件后, 在风化、剥蚀、搬运、沉积、成岩过程以及低级变质作用下基本不受扰动, 并保留其形成时的特征。在研究沉积岩物源, 沉积时代以及区域岩浆事件等方面具有其它同位素研究方法不可比拟的优势。本文样品采自阿克苏蓝片岩体中浅变质相的绿片岩, 其碎屑锆石受到外界环境的影响因素可以忽略, 因此利用绿片岩中碎屑锆石 U-Pb 年代学研究获得锆石的最小年龄即为阿克苏蓝片岩体的最大沉积年龄具有可靠的理论依据。近十年来多篇文献报道了关于阿克苏群以及侵入其中的基性岩墙的锆石 U-Pb 年代学数据, 但是对其年龄的认识仍未取得一致意见。综合前人的研究成果, 对阿克苏蓝片岩时代的分歧归纳出两种不同的认识: 1) 阿克苏蓝片岩形成时间早于 750 Ma, 约束其年龄下限的基性岩墙与 Rodinia 超大陆裂解有关(Chen *et al.*, 2004; Xu *et al.*, 2005; Huang *et al.*, 2005; Zhan *et al.*, 2007; 张传林等, 2012; 王飞等, 2010); 2) 阿克苏蓝片岩地体变质事件发生在 $730 \sim 600$ Ma, 是冈瓦那超大陆汇聚过程中的产物(属于泛非造山事件)(Turner *et al.*, 2010; Zhu *et al.*, 2011; Ge *et al.*, 2012)。对阿克苏蓝片岩原岩沉积时代及蓝片岩相变质事件发生的时间认识上的差异, 直接导致了对塔里木前寒武纪构造演化认识上的根本分歧。众所周知, Rodinia 超大陆的裂解过程也是 Gondwana 大陆的汇聚过程(Li *et al.*, 1996, 2008)。因此, 对阿克苏蓝片岩时代的准确厘定, 不仅对研究塔里木前寒武纪构造演化提供重要线索, 而且对塔里木在全球性的超大陆事件中的岩浆-变质-构造响应具有科学意义。

表1 与阿克苏蓝片岩相关的同位素年龄

Table 1 The isotope ages related with the Aksu blueschist

岩石类型	年龄 (Ma)	测试方法	参考文献
蓝片岩	962 ± 12	Rb-Sr 全岩	高振家等(1993)
蓝片岩	944 ± 12	Rb-Sr 全岩	高振家等(1993)
蓝片岩	754	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 铝铁闪石	Liou <i>et al.</i> (1996)
蓝片岩	872 ± 2	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 铝铁闪石	Chen <i>et al.</i> (2004)
蓝片岩	862 ± 1	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 蓝闪石	Chen <i>et al.</i> (2004)
蓝片岩(变泥质岩)	718 ± 22	K-Ar 多硅白云母	Nakajima <i>et al.</i> (1990)
蓝片岩(变泥质岩)	698 ± 26	Rb-Sr 全岩	Nakajima <i>et al.</i> (1990)
蓝片岩(变沉积岩)	730	碎屑锆石 U-Pb (LA)	Zhu <i>et al.</i> (2011)
蓝片岩(变沉积岩)	741 ~ 757	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 多硅白云母	Yong <i>et al.</i> (2013)
基性岩墙	807 ± 12	锆石 U-Pb (SHRIMP)	Chen <i>et al.</i> (2004)
基性岩墙	785 ± 31	锆石 U-Pb (SHRIMP)	Zhan <i>et al.</i> (2007)
基性岩墙	759 ± 7	锆石 U-Pb (SHRIMP)	Zhang <i>et al.</i> (2009)
玄武岩层(不整合覆盖在蓝片岩之上)	755	锆石 U-Pb (LA)	王飞等(2008)
玄武岩层(苏盖特布拉克组砂岩夹层)	784 ± 2	锆石 U-Pb (LA)	Zhang <i>et al.</i> (2012)

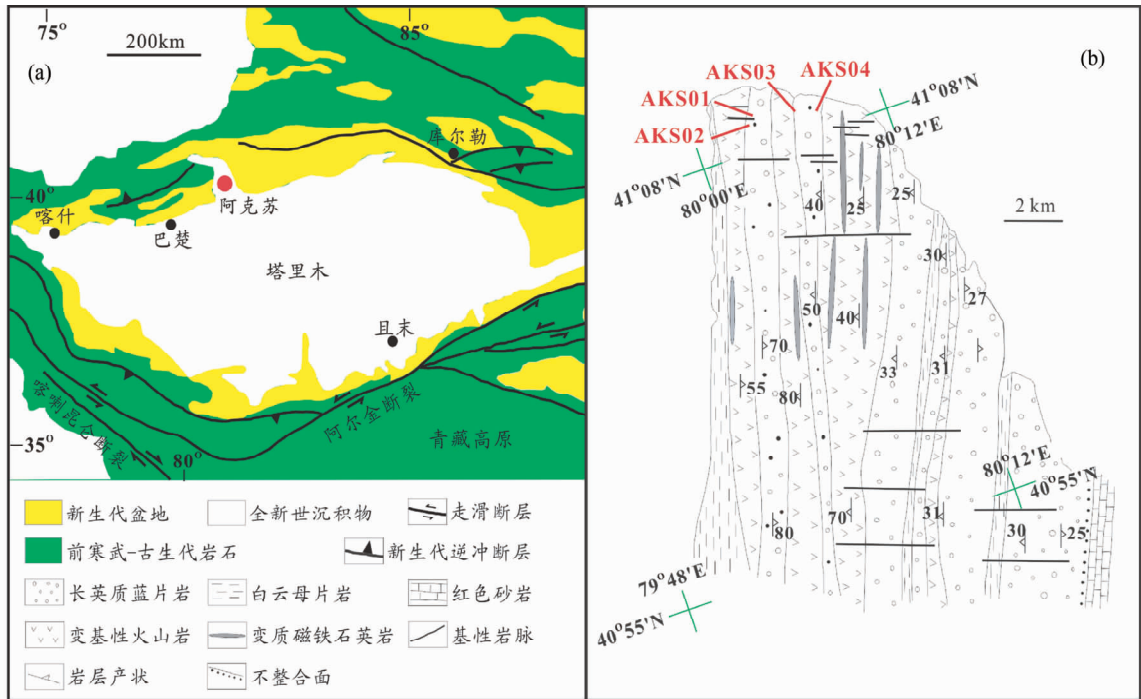


图1 新疆塔里木西北缘阿克苏地区地质构造简图和采样点位置(a,据 Zhu *et al.*, 2009 略修改;b,据 Zhang *et al.*, 1999)
Fig.1 The geological and tectonic sketch map of the Aksu area on the north-western margin of the Tarim block, Xinjiang, China, showing the sampling sites (a, modified from Zhu *et al.*, 2009; b, after Zhang *et al.*, 1999)

本文对阿克苏群的碎屑锆石和基性岩墙的锆石进行 U-Pb 年代学测试,对阿克苏蓝片岩的形成时限提供新的制约,并结合锆石 Hf 同位素特征探讨其成因环境。

2 区域地质背景

塔里木地块是我国三大主要陆块之一(塔里木、华南、华北),在中国乃至亚洲大地构造格架中具有重要的地位。相比华北、华南地块,对塔里木地块的前寒武纪的研究程度相对较低。塔里木地块具有典型的双层结构,有完整的前南华纪基底并且发育了良好的南华纪-寒武纪盖层沉积(高振家等, 1985; Xu *et al.*, 2005; Lu *et al.*, 2008; Long *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2013)。塔里木绝大部分地区被中、新生代沉积盆地所覆盖,前寒武纪岩石主要出露在塔里木地块边缘的几个隆起区。这些前寒武纪岩石记录了塔里木地块早期复杂的构造演化历史,包括新太古代末期初始大陆地壳演化、古元古代晚期和中元古代晚期-新元古代早期的两次造山事件以及新元古代大陆裂解(Lu *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2013)。其中新元古代构造事件因与全球性的 Rodinia 超大陆的汇聚及随后的裂解过程有关备受关注(Liou *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 2013)。

阿克苏蓝片岩地体位于塔里木盆地西北缘(图 1a),主要的岩石组成为蓝片岩-绿片岩系列,统称阿克苏群(图 1b)。主要由强烈片理化的绿泥石-黑硬绿泥石石墨片岩、黑硬绿

泥石-多硅白云母片岩、绿片岩、蓝片岩以及少量的石英岩、变铁质岩组成,矿物组合研究显示蓝片岩经历了 300 ~ 400°C 和 4 ~ 6kbar 的 *P-T* 变质作用(Liou *et al.*, 1996; Zhang *et al.*, 1999)。阿克苏蓝片岩地体被一系列的 NW-SE 向的基性岩脉切穿,但岩脉未侵入到不整合在阿克苏群之上的苏盖特布拉克组砂岩中。

由于强烈的褶皱变形作用,阿克苏群内部各种不同岩石往往是反复交替出现的。总体上阿克苏蓝片岩地体西北部是基性片岩与沉积变质片岩,在剖面尺度上互层;而蓝片岩地体的东南部靠近岩体和苏盖特布拉克组不整合面,仅见沉积变质片岩。基性片岩中一般表现为几厘米厚的绿片岩和蓝片岩紧密互层产出,有时蓝片岩缺失而仅有绿片岩。基性片岩中普遍含有变质出溶成因的浅色层,后者在薄片尺度下平行片理产出。沉积变质片岩一般表现为砂质片岩和泥质片岩的交替产出,有时可见砂质片岩和泥质片岩的紧密互层。在基性片岩和沉积变质片岩中,大量产出钠长石石英脉体,宽度几毫米至几十厘米,大部分平行片理面,与片岩紧密互层。前人认为这些条带是在变质过程中由变质热液产生的(熊纪斌和王务实,1986)。

3 样品采集及分析方法

本文进行锆石 U-Pb 定年样品 4 件,锆石 Lu-Hf 同位素测试样品 3 件。详细采样位置、岩石类型及地理坐标见表 2。

表2 U-Pb 和 Lu-Hf 同位素测试样品采样位置和岩石特征

Table 2 Geographical position and petrographical characteristics of samples for U-Pb and Lu-Hf isotope analysis

样品号	岩石类型	矿物组合	分析内容	地理坐标
AKS01	辉长岩	单斜辉石、斜长石、橄榄石、黑云母	锆石 U-Pb	41°11'09", 80°04'24"
AKS02	绢云石英片岩	绢云母、硬绿泥石、石英	锆石 U-Pb、Lu-Hf	41°11'04", 80°04'19"
AKS03	含长石绢云绿泥片岩	绢云母、硬绿泥石、石英、斜长石	锆石 U-Pb、Lu-Hf	41°10'49", 80°05'55"
AKS04	含长石绢云绿泥石石英片岩	绢云母、硬绿泥石、石英、斜长石	锆石 U-Pb、Lu-Hf	41°09'49", 80°06'36"

样品破碎后手工淘洗分离出重砂矿物,经磁选和电磁选后,在双目镜下挑出锆石。3件样品(AKS02、AKS03和AKS04)选出的锆石均大于1000粒,辉长岩样品(AKS01)中选出的锆石大约200粒。选取代表性锆石制靶后通过显微镜透射光和反射光照相,并在中国地质科学院地质研究所离子探针中心对锆石进行了阴极发光(CL image)和背散射(BSE)成像分析,对锆石内部结构进行研究。U-Pb年代学和Lu-Hf同位素分析在天津地质矿产研究所实验室的193nm激光剥蚀系统(New Wave)和多接收器电感耦合等离子体质谱仪(MC-ICP-MS, Neptune)上完成。

U-Pb年代学测试方法见文献(李怀坤等,2010)。采用GJ-1作为外部标准校正锆石的U、Th和Pb同位素分馏;采用NIST610玻璃作为标样计算锆石中U、Th和Pb含量;采用 ^{208}Pb 校正法进行普通铅校正(Andersen, 2002);利用ICPMSDataCal程序(Liu *et al.*, 2010)和Isoplot程序(Ludwig, 2003)进行数据处理。Lu-Hf同位素分析方法和同位素分馏校正参见参考文献(Wu *et al.*, 2006; 耿建珍等, 2011)。绝大多数Hf同位素测试均为经过年龄测试的目标锆石,尽管有少数点是没有经过年龄测试的锆石,但这些锆石和经过年龄测试的锆石无论在结构还是形态上都是一致的,可以比较可靠地推断出其年龄。锆石U-Pb年龄测试及Hf同位素测试结果见电子版数据表(附表1 AKS02、AKS03和AKS04碎屑锆石U-Pb数据;附表2 AKS01基性岩墙锆石U-Pb数据;附表3 AKS02、AKS03和AKS04碎屑锆石Lu-Hf数据)(读者也可通过电子邮件向作者获得原始数据)。

4 分析结果

4.1 阿克苏群碎屑锆石 U-Pb 年龄

本次所测试的3件样品(AKS02、AKS03和AKS04)的锆石共336个测点。3件样品的锆石阴极发光图像(图2)和年龄分布特征一致(图3和附表1),因此可将它们放在一起分析讨论。

阿克苏变质碎屑岩的锆石明显地分成两种不同类型(图2)。第一类具有碎屑锆石特征,呈他形,具有一定的磨圆度,推测与该类锆石从其源岩中剥蚀出来并在搬运过程中遭受磨蚀有关。锆石阴极发光的亮度较暗,大部分锆石具有核幔结构特征。此类锆石晶体受到蛻晶化作用的影响晶格遭

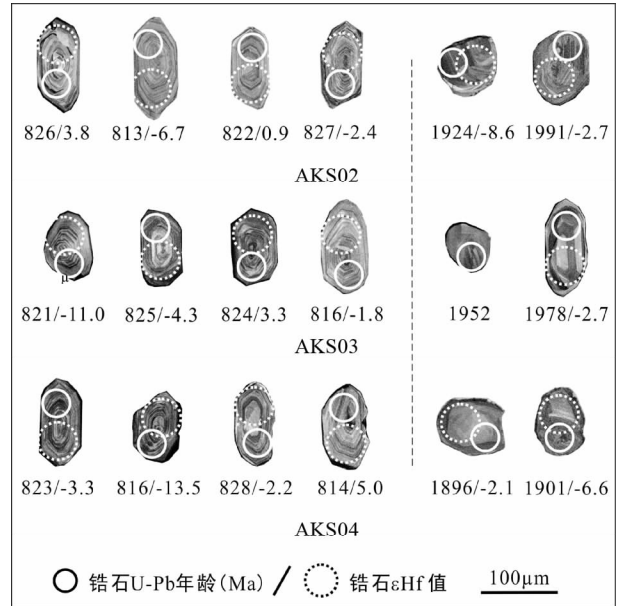


图2 阿克苏群碎屑锆石阴极发光图像

Fig. 2 Cathodoluminescence images of detrital zircons from Aksu Group

受较强的破坏,U-Pb同位素体系容易受到构造热事件的影响,U-Pb同位素测试结果显示不同程度放射成因Pb丢失。对于遭受铅丢失的锆石,其U-Pb同位素三组表面年龄的关系是 $(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_{\text{表面年龄}} > (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U})_{\text{表面年龄}} > (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb})_{\text{表面年龄}}$,锆石的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄最接近其真实形成年龄(Compston *et al.*, 1984; Mezger *et al.*, 1997)。3件锆石样品的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 年龄值分布范围为0.9~3.7Ga(图3a, c, e)主要的峰值出现在2.0~1.8Ga和2.5Ga(图4)。我们注意到,部分有严重Pb丢失的锆石, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄在800~820Ma之间,甚至出现低于800Ma的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄。第二类自形程度高,大部分锆石为柱状晶形,长宽比在2~4之间,粒度为40~90 μm ,阴极发光的亮度较强,锆石具有振荡生长环带,显示岩浆锆石的特征(图2)。U-Pb同位素测试结果显示该类锆石中含有低的、不等量的普通Pb,表现为数据点在谐和图上分布在近平行于 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 坐标轴的一条线上。3件样品的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄加权平均值分别为 $822 \pm 3\text{Ma}$ (AKS02), $824 \pm 2\text{Ma}$ (AKS03)和 $825 \pm 2\text{Ma}$ (AKS04)(图3b, d, f),三者的年龄结果在误差范围内完全一致。

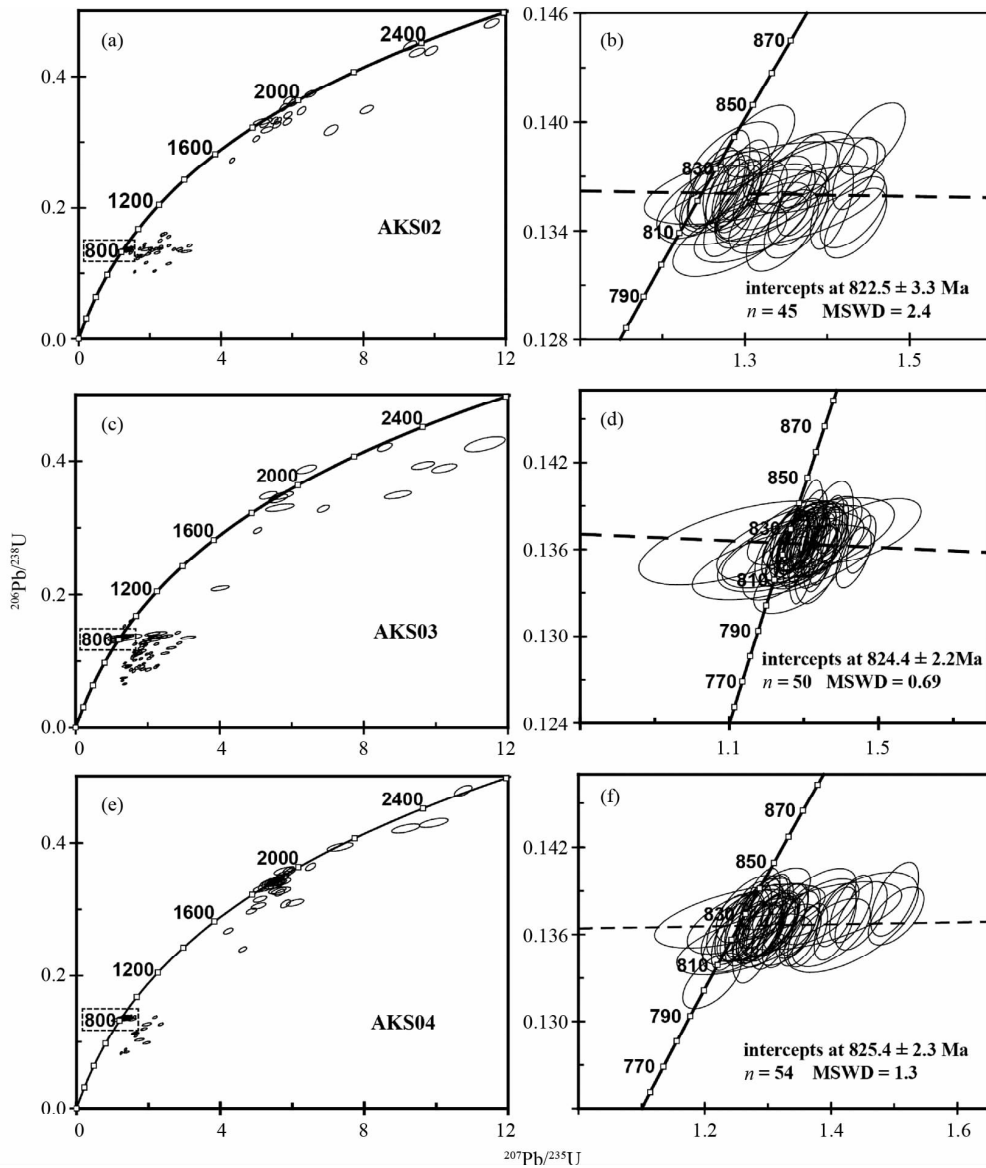


图3 阿克苏蓝片岩碎屑锆石 U-Pb 年龄谐和图

Fig. 3 U-Pb concordia diagrams of zircons from the Aksu blueschists

4.2 基性岩墙锆石 U-Pb 年龄

基性岩墙样品 (AKS01) 锆石呈半自形长柱状 (图 5), 无色半透明, 粒度 $30 \sim 100 \mu\text{m}$, 内部发育较多的裂隙。基性岩墙锆石的一个显著特点: 其 U 和 Th 含量高, 使得退晶化程度严重, 有不同程度的 Pb 丢失现象, Th/U 比值均大于 1 (附表 2)。测得的锆石 U-Pb 同位素数据点在谐和图上构成一条线性较好的不一致线, 其与谐和线的上交点年龄为 $757.1 \pm 8.9 \text{Ma}$ ($n = 33$; $\text{MSWD} = 2.4$)。

4.3 锆石 Hf 同位素

AKS02、AKS03 和 AKS04 三个样品的碎屑锆石均具有极低的 Lu/Hf 值, 介于 $0 \sim 0.00348$ 之间 (附表 3), 大部分锆石

(约 96%) 小于 0.002, 表明锆石在形成之后具有极低量的放射成因 Hf 积累。在计算 Lu-Hf 同位素的相关参数时, 对不同类型的锆石采用不同的年龄: 如果是谐和年龄, 采用 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄; 如果具有显著的 Pb 丢失, 则采用 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 表面年龄。样品 AKS02 锆石的 $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ 初始值为 $0.28132 \sim 0.28241$ ($n = 43$), $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值为 $-15.7 \sim 5.6$ 。样品 AKS03 锆石的 $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ 的初始值为 $0.28136 \sim 0.28239$ ($n = 49$), $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值为 $-18.5 \sim 4.4$ 。样品 AKS04 锆石的 $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ 的初始值为 $0.28119 \sim 0.28248$ ($n = 51$), $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值为 $-21.6 \sim 10.3$ 。从计算结果分析, 3 件样品的年龄在 $820 \sim 830 \text{Ma}$ 的锆石 Hf 同位素特征类似 (图 6a), $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值变化范围大, 其 Hf 同位素的地壳模式年龄 (吴福元等, 2007) 范围集中在 $1.4 \sim 4.0 \text{Ga}$, 少量在 1.4Ga 以下, 模式年龄统计图中

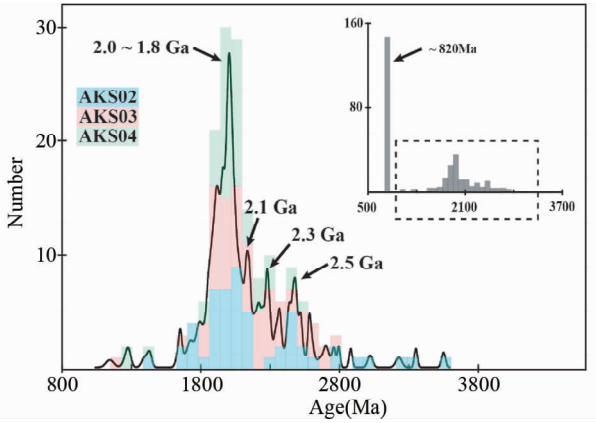


图4 阿克苏蓝片岩碎屑锆石 U-Pb 年龄谱

Fig. 4 U-Pb age spectra of detrital zircons from the Aksu blueschists

出现了三个明显的峰值,分别是 2.2 ~ 2.3Ga, 2.6Ga 和 3.2 ~ 3.3Ga (图 6b)。

5 讨论

5.1 再论阿克苏群的沉积时代及蓝片岩相变质的时间

阿克苏群蓝片岩、基性岩墙及不整合在其上的新元古界形成时代,长期以来是研究塔里木前寒武纪的学者们争议的热点问题之一。本文对含蓝片岩的阿克苏群样品 AKS02、AKS03 和 AKS04 中共计 336 颗碎屑锆石进行年代学测试,年龄主要分布在 820 ~ 2500Ma 范围内。3 件样品的年龄分布特征一致,因此可以将它们合并讨论。综合分析阴极发光和同位素年龄结果,很明显地识别出两组类型的锆石:较老的一组锆石年龄主要分布在 2.5 ~ 1.8Ga,明显的峰值处于 2.0 ~ 1.8Ga, 2.1Ga, 2.3Ga 和 2.5Ga;较年轻的一组年龄在 830

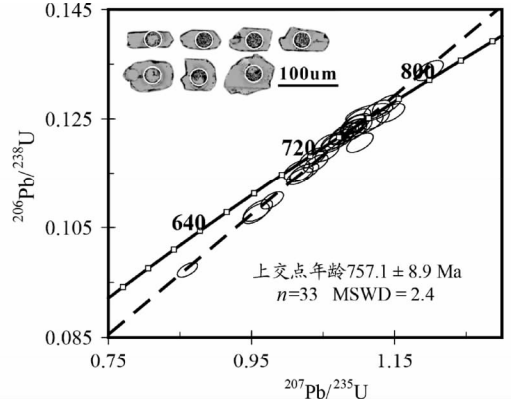


图5 侵入阿克苏蓝片岩的基性岩墙 (AKS01) 锆石 BSE 图像和 U-Pb 谐和图

Fig. 5 BSE photo and U-Pb concordia diagram of zircons from the mafic dyke (AKS01) intruding the Aksu blueschists

~820Ma 范围内。2.0 ~ 1.8Ga 范围内的锆石年龄谱峰最强,与 Zhu *et al.* (2011)、He *et al.* (2012) 和 Ma *et al.* (2013) 的测试结果一致,可能代表对全球哥伦比亚超大陆事件的响应。

研究表明,阿克苏群是一套经历了蓝片岩相变质的火山-沉积岩系 (Liou *et al.*, 1996; Zhu *et al.*, 2011),其中蓝片岩的原岩是基性火山岩 (Liou *et al.*, 1996);依据 Zhu *et al.* (2011) 的分析,碎屑岩中含有大量的火山物质。我们注意到,本次测试的 3 件碎屑岩样品,新元古代 ~820Ma 的碎屑锆石为自形晶,具有明显的振荡环带,大部分锆石 Th/U 比值大于 0.4 (范围在 0.3 ~ 4,大部分值接近于 1)。具有典型的岩浆锆石特点,指示其源自火成岩蚀源区或者是火山岩结晶锆石,锆石晶体的自形程度高反映其碎屑近距离搬运的特征,暗示来自较近的源区,根据锆石阴极发光图像和高 Th/U

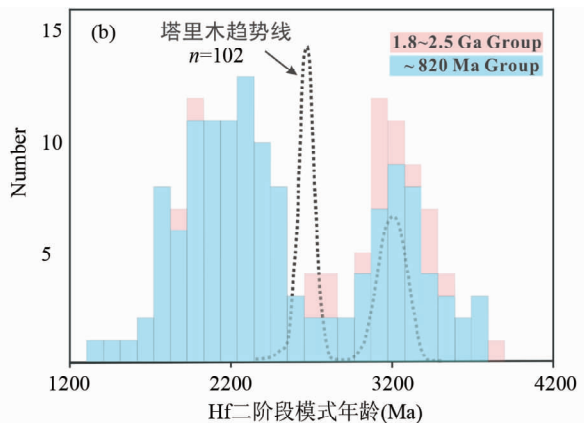
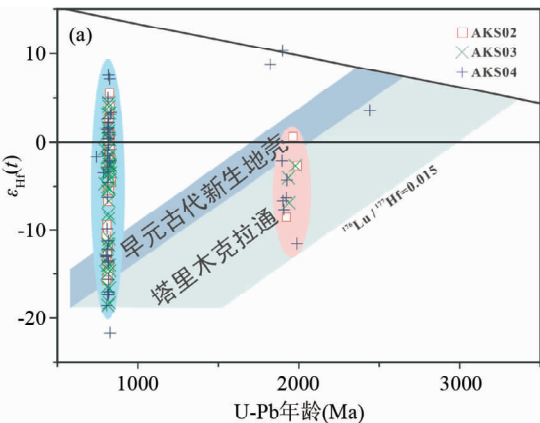


图6 阿克苏蓝片岩碎屑锆石 Lu-Hf 同位素

图(b)中趋势线为塔里木克拉通基底趋势线,根据 Long *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2013

Fig. 6 Lu-Hf isotope characteristics of detrital zircons from the Aksu blueschists

Tarim Craton basement trend in Fig. 6b after Long *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2013

比值分析,锆石未受到变质作用的影响,本文获得阿克苏蓝片岩中碎屑锆石的最小年龄为 820Ma,代表阿克苏蓝片岩形成时代的上限。另一种可能的情况是,这些锆石直接来自当时的火山岩,代表了阿克苏群的沉积年龄。这一推测不仅和锆石的特征吻合,而且 ~820Ma 的锆石集中出现,也从侧面支持了这一推测,因为如果来自剥蚀源区,其年龄一般会分布在一个比较大的范围,如 1.8 ~ 2.5Ga 的锆石。Zhu *et al.* (2011) 曾经对阿克苏群变质碎屑岩锆石进行系统的年代学研究,获得最年轻的锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表面年龄为 730Ma,推测阿克苏群的形成时间晚于 730Ma,与 Gondwana 超大陆会聚过程联系起来。这一结论显然与我们的资料相矛盾。Zhang *et al.* (2013)、张传林等(2012)对 Zhu *et al.* (2011) 的年龄数据($n=242$)做了重新分析,结果表明大多数集中在 785Ma 和 843Ma 两个阶段,大约有 10% 的年龄数据在 780 ~ 730Ma 范围,Zhang *et al.* (2013) 认为这些年轻的锆石可能是变质成因的;本文报道的阿克苏群碎屑锆石 U-Pb 年龄谱图中不存在 780 ~ 730Ma 范围数据,这可能主要是因为 Zhu *et al.* (2011) 的测试对象和本文不同,在不同层位(或不同采样点)采集的样品中的碎屑锆石群的特点会有不同程度的差异,它取决于源区的岩石组成,Zhu *et al.* (2011) 采集的样品锆石可能由于受后期事件的影响导致部分锆石发生铅丢失或 U-Pb 体系重设,从而给出较小的年龄值。

对阿克苏群的时代一个最重要也是最直接的约束是侵入其中的基性岩墙的锆石年龄。尽管部分学者认为硅酸不饱和和岩浆中不可能结晶出同期的锆石,因而一般将基性岩中的锆石划定为捕获锆石,但是金伯利岩、碱性玄武岩、煌斑岩中却常见同岩浆锆石。硅酸不饱和和岩石中的同岩浆锆石并不是从熔体中晶出的,可能是流体中析出的产物(梁涛等,2010)。阿克苏基性岩墙具有富碱(Liou *et al.*, 1996)、富 Ti 特征(Zhang *et al.*, 2009),出现同岩浆锆石属于正常现象(罗照华等,2006)。Chen *et al.* (2004) 报道了切穿阿克苏群面理且没有变质变形的阿克苏基性岩墙群锆石 U-Pb 年龄为 $803 \pm 31\text{Ma}$,其后这一年龄被修正为 $781 \pm 24\text{Ma}$ (Zhan *et al.*, 2007)。这两组年龄值虽然具有一定的指示意义,但是二者误差偏大,用这两组年龄值约束阿克苏群的时限难以被地质学家广泛地认可。Zhang *et al.* (2009) 从侵入蓝片岩的基性岩墙中获得锆石 U-Pb 年龄是 $759 \pm 7\text{Ma}$,这一结果比先前文献报道的基性岩墙群年龄的精度要高得多,并与 Chen *et al.* (2004) 和 Zhan *et al.* (2007) 报道的年龄在误差范围内一致。Zhang *et al.* (2009) 根据锆石的形态和高 Th/U 比值的特点,认为 $759 \pm 7\text{Ma}$ 年龄代表了阿克苏基性岩墙的年龄,表明阿克苏蓝片岩的形成年龄不晚于 760Ma。然而,Zhu *et al.* (2011) 认为 Zhang *et al.* (2009) 获得基性岩墙的年龄是捕获锆石年龄,因为这一年龄和 Zhu 等测试的阿克苏群碎屑锆石的年龄出现严重的矛盾。因此,我们可以做出两种推测:1) Zhu *et al.* (2011) 的测试结果及解释是正确的,Zhang *et al.* (2009) 获得的基性岩墙的年龄确实是捕获锆石的年龄;2)

Zhang *et al.* (2009) 获得的基性岩墙锆石 SHRIMP 年龄是岩墙形成年龄。作者对本文分析的基性岩墙的锆石和 Zhang *et al.* (2009) 得到的数据进行对比,发现二者年龄结果均为 ~760Ma,在误差范围内是一致的,锆石具有明显的基性岩浆结晶形成的锆石特点;但二者采样点不同(分别为 $41^{\circ}11'09''\text{N}$, $80^{\circ}04'24''\text{E}$ 和 $41^{\circ}14'09''\text{N}$, $87^{\circ}55'25''\text{E}$),最大的区别在于 U、Th 和 Pb 含量(一个数量级的差别:本文 U 含量 1800×10^{-6} ~ 4800×10^{-6} ,Zhang *et al.*, 2009 的样品在 500×10^{-6} 以下)。由于 U 含量高,锆石晶体品格受到强烈的放射性破坏,从而容易造成普通铅混入或者铅丢失(White *et al.*, 2012)。本文阿克苏基性岩锆石存在铅丢失现象,但不一致线的上交点年龄和 $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ 表面年龄 ~760Ma 可以代表其真实年龄,这与 Zhang *et al.* (2009) 获得的 SHRIMP 结果相互验证。

本文获得阿克苏群变质碎屑岩最年轻锆石年龄集中在 820Ma。如前所述,这一年龄很可能代表了阿克苏群的沉积年龄。侵入阿克苏群的基性岩墙的年龄(760Ma)和变质碎屑岩锆石 U-Pb 年龄共同对阿克苏群蓝片岩相变质作用发生的时间提供了良好的约束——我们认为可以将蓝片岩发生低温高压变质事件的时间严格限定在 820 ~ 760Ma 之间。

5.2 阿克苏蓝片岩的成因环境

前人尝试不同的方法和对象,来判别阿克苏蓝片岩形成的构造环境。3 件样品的锆石 Hf 同位素分析表明,820Ma 的锆石有异常宽的 $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值($-20 \sim 10$,极少数点低于 -20)。尤其重要的是,从 Hf 同位素组成看, $\varepsilon_{\text{Hf}}(t=820\text{Ma})$ 从 -20 到 10 之间几乎是连续变化(图 6a),表明原始岩浆来自壳幔混合形成的母岩浆,有显著的亏损地幔物质的加入,这与大陆边缘弧环境的岩浆岩相似。锆石的 Hf 二阶段模式年龄峰值出现在 $2.1 \sim 2.3\text{Ga}$, 2.6Ga 和 $3.2 \sim 3.3\text{Ga}$ (图 6b),其中较老的碎屑锆石 Hf 模式年龄峰值在 $3.2 \sim 3.3\text{Ga}$ 。Long *et al.* (2012) 和 Zhang *et al.* (2013) 获得塔里木克拉通前寒武纪基底的 Hf 地壳模式年龄主要集中在 2.6Ga 和 3.2Ga (图 6b),其中 3.2Ga 为塔里木基底的特征峰,与本文结果一致。与塔里木克拉通 Hf 模式年龄趋势对比,本文 ~820Ma 的锆石既包含塔里木克拉通基底的特征,又有亏损地幔物质加入的信息。结合阿克苏群蓝片岩体的岩石组合,推测阿克苏蓝片岩地体的形成背景应该是在塔里木早前寒武纪基底之上发育起来的一个大陆边缘岩浆弧,且与 Zhu *et al.* (2011) 的岩石地球化学特征判别一致。另外,Cawood *et al.* (2012) 研究发现碎屑锆石年龄谱峰与构造环境具有相关性,锆石年龄谱峰的位置和强度可以反映不同的成因环境。阿克苏群碎屑锆石年龄谱(图 4)支持其形成于火山弧环境的判断。

6 结论

综上,我们得出以下结论:

(1) 新获得的锆石 U-Pb 年龄表明,塔里木西北缘阿克苏

群中的变质火山碎屑岩锆石具有两组年龄:较老的一组的年龄分散于 2.5 ~ 1.8Ga;另一组集中在 ~820Ma。结合 820Ma 锆石的特征,我们推测这一年龄可能代表了阿克苏群的沉积年龄;

(2) 侵入阿克苏群的基性岩墙的锆石 U-Pb 年龄为 ~760Ma。基于本研究结果,我们可以将阿克苏群发生蓝片岩相变质的时间严格限定在 820 ~ 760Ma,阿克苏群蓝片岩相变质与“泛非事件”无关。

(3) 阿克苏群的岩石组合和锆石 Lu-Hf 同位素组成指示阿克苏蓝片岩体是发育在塔里木早前寒武纪基底之上的一个大陆边缘岩浆弧。

致谢 喻学惠教授、罗照华教授对本文的关心和指导,游振东教授和三位匿名审稿人对本文初稿提出建设性意见,谨致谢忱!

References

Andersen T. 2002. Correction of common lead in U-Pb analyses that do not report ^{204}Pb . *Chemical Geology*, 192(1-2): 59-79

Cawood PA, Hawkesworth CJ and Dhuime B. 2012. Detrital zircon record and tectonic setting. *Geology*, 40(10): 875-878

Chen Y, Xu B, Zhan S and Li YA. 2004. First Mid-Neoproterozoic paleomagnetic results from the Tarim Basin (NW China) and their geodynamic implications. *Precambrian Research*, 133(3): 271-281

Chen ZF, Xu X and Liang YH. 1993. The basic features of the accordion-style opening-closing evolution of structures in Xinjiang. *Geological Bulletin of China*, 1(1): 45-58 (in Chinese with English abstract)

Compston W, Williams IS and Meyer C. 1984. U-Pb geochronology of zircons from lunar breccia 73217 using a sensitive high mass-resolution ion microprobe. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978-2012)*, 89(S2): B525-B534

Dong SB. 1989. The general features and distributions of the glaucophane schist belts of China. *Acta Geologica Sinica*, 63(3): 273-284 (in Chinese with English abstract)

Gao ZJ, Wang WY, Peng CW *et al.* 1985. The Simian System of Xinjiang. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House, 1-123 (in Chinese)

Gao ZJ, Chen JB, Lu SN *et al.* 1993. The Precambrian Geology in Northern Xinjiang. Beijing: Geological Publishing House, 1-171 (in Chinese)

Ge RF, Zhu WB, Wu HL, Zheng BH, Zhu XQ and He JW. 2012. The Paleozoic northern margin of the Tarim Craton: Passive or active? *Lithos*, 142-143: 1-15

Geng JZ, Li HK, Zhang J, Zhou HY and Li HM. 2011. Zircon Hf isotope analyzing using LA-MC-ICP-MS. *Geological Bulletin of China*, 30(10): 1508-1513 (in Chinese with English abstract)

Harrison TM, C  lerier J, Aikman AB *et al.* 2009. Diffusion of ^{40}Ar in muscovite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73(4): 1039-1051

He ZY, Zhang ZM, Zong KQ, Wang W and Santosh M. 2012. Neoproterozoic granulites from the northeastern margin of the Tarim Craton: Petrology, zircon U-Pb ages and implications for the Rodinia assembly. *Precambrian Research*, 212-213: 21-33

Huang BC, Xu B, Zhang CX, Li YA and Zhu RX. 2005. Paleomagnetism of the Baiyisi volcanic rocks (ca. 740Ma) of Tarim, Northwest China: A continental fragment of Neoproterozoic Western Australia? *Precambrian Research*, 142(3): 83-92

Huang WT, Yu JJ, Zheng BH, Chen XY and Zhu WB. 2009. Study on phengite in Aksu Precambrian blueschists, Xinjiang. *Acta Mineralogica Sinica*, 29(3): 338-344 (in Chinese with English abstract)

Li HK, Zhu SX, Xiang ZQ, Su WB, Lu SN, Zhou HY, Geng JZ, Li S and Yang FJ. 2010. Zircon U-Pb dating on tuff bed from Gaoyuzhuang Formation in Yanqing, Beijing: Further constraints on the new subdivision of the Mesoproterozoic stratigraphy in the northern North China Craton. *Acta Petrologica Sinica*, 26(7): 2131-2140 (in Chinese with English abstract)

Li ZX, Zhang L and Powell CMA. 1996. Positions of the East Asian cratons in the Neoproterozoic supercontinent Rodinia. *Australian Journal of Earth Sciences*, 43(6): 593-604

Li ZX, Bogdanova SV, Collins AS, Davidson A, De Waele B, Ernst RE and Vernikovsky V. 2008. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis. *Precambrian Research*, 160(1-2): 179-210

Liang T, Luo ZH, Pan Y, Huang DF, Yang ZF and Li DD. 2010. U-Pb ages spectrums of single zircon from basaltic rocks. *Earth Science Frontiers*, 17(1): 24-48 (in Chinese with English abstract)

Liou JG, Graham SA, Maruyama S, Wang X, Xiao X, Carroll AR, Chu J, Feng Y, Hendrix MS, Liang YH, McKnight CL, Tang Y, Wang ZX, Zhao M and Zhu B. 1989. Proterozoic blueschist belt in western China: Best documented Precambrian blueschists in the world. *Geology*, 17(12): 1127-1131

Liou JG, Graham SA, Maruyama S and Zhang RY. 1996. Characteristics and tectonic significance of the Late Proterozoic Aksu blueschists and diabasic dikes northwest Xinjiang, China. *International Geology Review*, 38(3): 228-244

Liu YS, Hu ZC, Zong KQ, Gao CG, Gao S, Xu J and Chen HH. 2010. Reappraisal and refinement of zircon U-Pb isotope and trace element analyses by LA-ICP-MS. *Chinese Science Bulletin*, 55(15): 1535-1546

Long XP, Yuan C, Sun M, Zhao GC, Xiao WJ, Wang YJ, Yang YH and Hu AQ. 2010. Archean crustal evolution of the northern Tarim craton, NW China: Zircon U-Pb and Hf isotopic constraints. *Precambrian Research*, 180(3-4): 272-284

Long XP, Yuan C, Sun M, Kroner A, Zhao GC, Wilde SA and Hu AQ. 2011. Reworking of the Tarim Craton by underplating of mantle plume-derived magmas: Evidence from Neoproterozoic granulites in the Kuluketage area, NW China. *Precambrian Research*, 187(1-2): 1-14

Lu SN, Li HK, Zhang CL and Niu GH. 2008. Geological and geochronological evidence for Precambrian evolution of the Tarim platform and surroundings. *Precambrian Research*, 160(1): 94-107

Ludwig KR. 2003. User's Manual for Isoplot 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Kenneth R. Ludwig

Luo ZH, Mo XX, Wan YS, Li L and Wei Y. 2006. Geological implications of the youngest SHRIMP U-Pb age of the alkaline basalt in the Tibetan Plateau. *Acta Petrologica Sinica*, 22(3): 578-584 (in Chinese with English abstract)

Ma XX, Shu LS, Santosh M and Li JY. 2013. Paleoproterozoic collisional orogeny in Central Tianshan: Assembling the Tarim Block within the Columbia supercontinent. *Precambrian Research*, 228: 1-19

Mezger K and Krogstad EJ. 1997. Interpretation of discordant U-Pb zircon ages: An evaluation. *Journal of Metamorphic Geology*, 15(1): 127-140

Nakajima T, Maruyama S, Uchiomi S, Liou JG, Wang X, Xiao X and Graham SA. 1990. Evidence for Late Proterozoic subduction from 700-Myr-old blueschists in China. *Nature*, 346(6281): 263-265

Shu LS, Deng XL, Zhu WB, Ma DS and Xiao WJ. 2011. Precambrian tectonic evolution of the Tarim Block, NW China: New geochronological insights from the Quruqtagh domain. *Journal of Asian Earth Sciences*, 42(5): 774-790

Turner SA. 2010. Sedimentary record of Late Neoproterozoic rifting in the NW Tarim Basin China. *Precambrian Research*, 181(1-4): 85

-96

- Wang F, Wang B and Shu LS. 2010. Continental tholeiitic basalt of the Akesu area (NW China) and its implication for the Neoproterozoic rifting in the northern Tarim. *Acta Petrologica Sinica*, 26(2): 547 - 558 (in Chinese with English abstract)
- White LT and Ireland TR. 2012. High-uranium matrix effect in zircon and its implications for SHRIMP U-Pb age determinations. *Chemical Geology*, 306 - 307: 78 - 91
- Wu FY, Yang YH, Xie LW, Yang JH and Xu P. 2006. Hf isotopic compositions of the standard zircons and baddeleyites used in U-Pb geochronology. *Chemical Geology*, 234(1): 105 - 126
- Wu FY, Li XH, Zheng YF and Gao S. 2007. Lu-Hf isotopic systematics and their application in petrology. *Acta Petrologica Sinica*, 23(2): 185 - 220 (in Chinese with English abstract)
- Xiong JB and Wang WY. 1986. Preliminary research on Aksu Group of the Presinian. *Xinjiang Geology*, 4(4): 33 - 50 (in Chinese with English Abstract)
- Xu B, Jian P, Zheng H, Zou H, Zhang L and Liu DY. 2005. U-Pb zircon geochronology and geochemistry of Neoproterozoic volcanic rocks in the Tarim Block of Northwest China: Implications for the breakup of Rodinia supercontinent and Neoproterozoic glaciations. *Precambrian Research*, 136(2): 107 - 123
- Yong WJ, Zhang L, Hall CM, Mukasa SB and Essene EJ. 2013. The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb-Sr chronology of the Precambrian Aksu blueschists in western China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 63: 197 - 205
- Zhan S, Chen Y, Xu B, Wang B and Faure M. 2007. Late Neoproterozoic paleomagnetic results from the Sugetbrak Formation of the Aksu area, Tarim basin (NW China) and their implications to paleogeographic reconstructions and the snowball Earth hypothesis. *Precambrian Research*, 154(3): 143 - 158
- Zhang CL, Li XH, Li ZX, Lu SN, Ye HM and Li HM. 2007. Neoproterozoic ultramafic-mafic-carbonatite complex and granitoids in Quruqtagh of northeastern Tarim Block, western China: Geochronology, geochemistry and tectonic implications. *Precambrian Research*, 152(3): 149 - 169
- Zhang CL, Li ZX, Li XH and Ye HM. 2009. Neoproterozoic mafic dyke swarms at the northern margin of the Tarim Block, NW China: Age, geochemistry, petrogenesis and tectonic implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 35(2): 167 - 179
- Zhang CL, Li HK and Wang HY. 2012. A review on Precambrian tectonic evolution of Tarim block. *Geological Review*, 58(5): 923 - 936 (in Chinese with English abstract)
- Zhang CL, Zou HB, Li HK and Wang HY. 2013. Tectonic framework and evolution of the Tarim Block in NW China. *Gondwana Research*, 23(4): 1306 - 1315
- Zhang LF, Jiang WB, Wei CJ and Dong SB. 1999. Discovery of deerite from the Aksu Precambrian blueschist terrane and its geological significance. *Science in China (Series D)*, 42(3): 233 - 239
- Zhang ZC, Kang JL, Kusky T, Huang H, Zhang D and Zhu J. 2012. Geochronology, geochemistry and petrogenesis of Neoproterozoic basalts from Sugetbrak, Northwest Tarim block, China: Implications for the onset of Rodinia supercontinent breakup. *Precambrian Research*, 220 - 221: 158 - 176
- Zheng BH, Zhu WB, Jahn BM, Shu LS, Zhang ZY and Su JB. 2010. Subducted Precambrian oceanic crust: Geochemical and Sr-Nd isotopic evidence from metabasalts of the Aksu blueschist, NW China. *Journal of the Geological Society*, 167(6): 1161 - 1170
- Zhu WB, Zheng BH, Shu LS, Ma DS, Wu HL, Li YX, Huang WT and Yu JJ. 2011. Neoproterozoic tectonic evolution of the Precambrian Aksu blueschist terrane, northwestern Tarim, China: Insights from LA-ICP-MS zircon U-Pb ages and geochemical data. *Precambrian Research*, 185(3): 215 - 230

附中文参考文献

- 陈哲夫, 徐新, 梁云海. 1993. 新疆构造手风琴式开合演化的基本特点. *中国区域地质*, 1(1): 45 - 58
- 董介保. 1989. 中国蓝闪石片岩带的一般特征及其分布. *地质学报*, 63(3): 273 - 284
- 高振家, 王务实, 彭昌文等. 1985. 新疆阿克苏-柯坪地区震旦系冰川沉积的新资料. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1 - 123
- 高振家, 陈晋铤, 陆松年等. 1993. 新疆北部前寒武系. 北京: 地质出版社, 1 - 171
- 耿建珍, 李怀坤, 张健, 周红英, 李惠民. 2011. 锆石 Hf 同位素组成的 LA-MC-ICP-MS 测定. *地质通报*, 30(10): 1508 - 1513
- 黄文涛, 于俊杰, 郑碧海, 陈欣阳, 朱文斌. 2009. 新疆阿克苏前寒武纪蓝片岩中多硅白云母的研究. *矿物学报*, 29(3): 338 - 344
- 李怀坤, 朱士兴, 相振群, 苏文博, 陆松年, 周红英, 耿建珍, 李生, 杨峰杰. 2010. 北京延庆高于庄组凝灰岩的锆石 U-Pb 定年研究及其对华北北部中元古界划分新方案的进一步约束. *岩石学报*, 26(7): 2131 - 2140
- 梁涛, 罗照华, 潘颖, 黄丹峰, 杨宗锋, 李德东. 2010. 玄武质岩石的单颗粒锆石 U-Pb 年龄谱. *地学前缘*, 17(1): 24 - 48
- 罗照华, 莫宣学, 万渝生, 李莉, 魏阳. 2006. 青藏高原最年轻碱性玄武岩 SHRIMP 年龄的地质意义. *岩石学报*, 22(3): 578 - 584
- 王飞, 王博, 舒良树. 2010. 塔里木西北缘阿克苏地区大陆拉斑玄武岩对新元古代裂解事件的制约. *岩石学报*, 26(2): 547 - 558
- 吴福元, 李献华, 郑永飞, 高山. 2007. Lu-Hf 同位素体系及其岩石学应用. *岩石学报*, 23(2): 185 - 220
- 熊纪斌, 王务严. 1986. 前震旦系阿克苏群的初步研究. *新疆地质*, 4(4): 33 - 50
- 张传林, 李怀坤, 王洪燕. 2012. 塔里木地块前寒武纪地质研究进展评述. *地质论评*, 58(5): 923 - 936



附表1 AKS02、AKS03 和 AKS04 碎屑锆石 U-Pb 数据

Appendix Table 1 U-Pb dating results of detrital zircon samples AKS02, AKS03 and AKS04

Spot No.	含量 ($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄 (Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
				1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ				
AKS02.1	80	200	0.62	0.3529	0.0024	5.7589	0.0452	0.1184	0.0008	1948	13	1940	15	1932	12
AKS02.2	48	240	0.85	0.1559	0.0009	2.5288	0.0222	0.1176	0.0009	934	6	1280	11	1920	14
AKS02.3	99	641	1.55	0.1342	0.0008	1.5067	0.0125	0.0814	0.0006	812	5	933	8	1232	15
AKS02.4	31	229	2.33	0.1034	0.0007	2.1323	0.0191	0.1495	0.0014	635	4	1159	10	2340	17
AKS02.5	108	763	0.37	0.1373	0.0008	1.3694	0.0121	0.0723	0.0007	829	5	876	8	996	19
AKS02.6	40	226	1.55	0.1353	0.0008	2.0800	0.0277	0.1115	0.0014	818	5	1142	15	1825	23
AKS02.7	119	766	0.94	0.1372	0.0008	1.4339	0.0112	0.0758	0.0005	829	5	903	7	1090	14
AKS02.8	72	219	0.42	0.3052	0.0019	4.9888	0.0372	0.1185	0.0008	1717	10	1817	14	1934	12
AKS02.9	45	496	0.03	0.0973	0.0007	0.8059	0.0074	0.0601	0.0005	598	4	600	5	606	17
AKS02.10	74	356	1.39	0.1590	0.0010	2.3524	0.0191	0.1073	0.0008	951	6	1228	10	1754	13
AKS02.11	163	1024	0.81	0.1376	0.0009	1.7130	0.0133	0.0903	0.0007	831	5	1013	8	1432	16
AKS02.12	107	803	1.46	0.1022	0.0008	1.5725	0.0112	0.1115	0.0009	628	5	959	7	1825	15
AKS02.13	132	848	0.77	0.1387	0.0008	1.5099	0.0110	0.0790	0.0005	837	5	934	7	1172	13
AKS02.14	40	279	0.36	0.1390	0.0008	1.3170	0.0178	0.0687	0.0009	839	5	853	12	891	27
AKS02.15	79	482	0.52	0.1445	0.0009	1.8512	0.0162	0.0929	0.0007	870	5	1064	9	1486	14
AKS02.16	166	937	1.02	0.1367	0.0008	2.6733	0.0180	0.1419	0.0009	826	5	1321	9	2250	11
AKS02.17	49	314	0.74	0.1362	0.0008	1.2856	0.0104	0.0685	0.0005	823	5	839	7	882	16
AKS02.18	40	287	0.32	0.1364	0.0009	1.2616	0.0129	0.0671	0.0006	824	6	829	8	841	19
AKS02.19	83	213	0.54	0.3477	0.0025	6.2625	0.0493	0.1306	0.0008	1924	14	2013	16	2106	11
AKS02.20	144	521	0.14	0.2723	0.0016	4.3089	0.0284	0.1148	0.0007	1552	9	1695	11	1876	11
AKS02.21	102	755	0.06	0.1410	0.0008	1.8374	0.0126	0.0945	0.0006	850	5	1059	7	1519	12
AKS02.22	58	356	0.97	0.1147	0.0007	2.5279	0.0308	0.1598	0.0017	700	4	1280	16	2453	18
AKS02.23	30	214	1.06	0.1342	0.0008	1.3073	0.0282	0.0706	0.0015	812	5	849	18	947	43
AKS02.24	107	277	0.86	0.3182	0.0033	7.0894	0.0800	0.1616	0.0010	1781	18	2123	24	2472	11
AKS02.25	128	606	3.13	0.1423	0.0010	3.1137	0.0291	0.1586	0.0016	858	6	1436	13	2441	18
AKS02.26	69	478	0.73	0.1354	0.0010	1.4059	0.0107	0.0753	0.0006	818	6	891	7	1077	15
AKS02.27	162	438	0.54	0.3325	0.0020	5.5969	0.0414	0.1221	0.0008	1850	11	1916	14	1987	12
AKS02.28	76	476	1.10	0.1359	0.0008	1.2912	0.0119	0.0689	0.0006	822	5	842	8	896	17
AKS02.29	31	187	1.19	0.1363	0.0008	1.2747	0.0243	0.0678	0.0013	824	5	835	16	863	39
AKS02.30	276	1437	4.75	0.0932	0.0008	4.6093	0.0457	0.3589	0.0039	574	5	1751	17	3745	17
AKS02.31	135	298	0.83	0.3496	0.0026	8.0936	0.0761	0.1679	0.0012	1933	14	2242	21	2537	12
AKS02.32	68	432	0.75	0.1357	0.0008	1.3690	0.0123	0.0732	0.0006	820	5	876	8	1018	17
AKS02.33	381	1353	0.92	0.1927	0.0012	5.4200	0.0416	0.2040	0.0015	1136	7	1888	15	2858	12
AKS02.34	29	163	1.47	0.1353	0.0008	1.2964	0.0416	0.0695	0.0021	818	5	844	27	914	63
AKS02.35	22	139	0.95	0.1361	0.0009	1.4072	0.0201	0.0750	0.0010	822	6	892	13	1069	28
AKS02.36	55	320	1.19	0.1351	0.0008	1.3052	0.0166	0.0701	0.0008	817	5	848	11	931	25
AKS02.37	41	199	1.41	0.1368	0.0009	2.8293	0.0359	0.1500	0.0018	827	5	1363	17	2346	20
AKS02.38	179	947	1.20	0.1341	0.0008	2.8518	0.0239	0.1542	0.0013	811	5	1369	11	2393	14
AKS02.39	178	988	1.86	0.1346	0.0008	1.2819	0.0130	0.0691	0.0007	814	5	838	9	901	20
AKS02.40	180	453	0.90	0.3311	0.0021	5.8608	0.0479	0.1284	0.0009	1844	12	1955	16	2076	12
AKS02.41	97	385	0.96	0.1504	0.0012	5.8190	0.1230	0.2807	0.0046	903	7	1949	41	3367	25
AKS02.42	31	191	1.05	0.1356	0.0008	1.2519	0.0241	0.0670	0.0013	820	5	824	16	837	40
AKS02.43	95	562	0.50	0.1424	0.0008	2.5349	0.0215	0.1291	0.0010	858	5	1282	11	2086	13
AKS02.44	46	289	0.95	0.1345	0.0008	1.3625	0.0160	0.0735	0.0008	814	5	873	10	1027	22
AKS02.45	111	753	0.75	0.1356	0.0008	1.2934	0.0109	0.0692	0.0005	820	5	843	7	904	16
AKS02.46	106	251	0.89	0.3633	0.0023	5.8796	0.0495	0.1174	0.0009	1998	13	1958	16	1917	14
AKS02.47	97	633	1.04	0.1370	0.0010	1.2776	0.0116	0.0676	0.0006	828	6	836	8	857	18
AKS02.48	111	741	1.41	0.1225	0.0008	1.6668	0.0197	0.0987	0.0014	745	5	996	12	1600	26
AKS02.49	41	246	1.24	0.1364	0.0009	1.2658	0.0141	0.0673	0.0007	824	5	831	9	848	22
AKS02.50	21	131	0.85	0.1354	0.0009	1.3664	0.0422	0.0732	0.0022	818	5	875	27	1020	60
AKS02.51	21	123	1.26	0.1356	0.0009	1.3247	0.0248	0.0709	0.0013	820	5	857	16	954	38
AKS02.52	138	283	0.41	0.4470	0.0030	9.3078	0.0753	0.1510	0.0011	2382	16	2369	19	2358	12
AKS02.53	65	444	0.56	0.1368	0.0009	1.2997	0.0122	0.0689	0.0006	827	5	846	8	896	19
AKS02.54	53	114	1.27	0.3601	0.0023	6.0305	0.0542	0.1214	0.0010	1983	13	1980	18	1978	15

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量 ($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄 (Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ
AKS02.55	17	116	1.05	0.1265	0.0008	1.7197	0.0274	0.0986	0.0015	768	5	1016	16	1598	28
AKS02.56	60	357	1.15	0.1352	0.0008	1.3653	0.0152	0.0732	0.0008	818	5	874	10	1020	22
AKS02.57	122	218	0.60	0.4805	0.0029	11.6016	0.0861	0.1751	0.0012	2530	15	2573	19	2607	11
AKS02.58	179	293	1.38	0.4393	0.0029	9.9045	0.0756	0.1635	0.0011	2348	16	2426	19	2492	12
AKS02.59	45	220	1.21	0.1499	0.0010	2.2856	0.0237	0.1106	0.0010	901	6	1208	13	1808	17
AKS02.60	224	660	0.79	0.1812	0.0013	7.6975	0.0886	0.3081	0.0026	1074	8	2196	25	3511	13
AKS02.61	243	1235	0.91	0.1310	0.0009	3.5936	0.0384	0.1990	0.0017	793	5	1548	17	2818	14
AKS02.62	123	844	1.00	0.1263	0.0007	1.6304	0.0171	0.0936	0.0010	767	5	982	10	1501	19
AKS02.63	92	549	1.10	0.1327	0.0008	1.9951	0.0195	0.1090	0.0010	803	5	1114	11	1783	16
AKS02.64	46	112	1.05	0.3284	0.0024	5.2257	0.0533	0.1154	0.0009	1831	13	1857	19	1886	15
AKS02.65	149	357	1.11	0.3264	0.0020	5.5663	0.0465	0.1237	0.0009	1821	11	1911	16	2010	13
AKS02.66	69	374	1.12	0.1379	0.0008	2.0141	0.0220	0.1059	0.0012	833	5	1120	12	1730	21
AKS02.67	16	91	1.11	0.1313	0.0009	2.2084	0.0350	0.1220	0.0020	795	5	1184	19	1986	28
AKS02.68	100	589	0.84	0.1373	0.0008	2.1613	0.0234	0.1141	0.0012	830	5	1169	13	1866	20
AKS02.69	40	243	1.86	0.1335	0.0008	1.3537	0.0150	0.0735	0.0008	808	5	869	10	1028	22
AKS02.70	51	304	2.31	0.1358	0.0008	1.3899	0.0157	0.0742	0.0008	821	5	885	10	1048	21
AKS02.71	126	346	0.57	0.3330	0.0020	5.5004	0.0419	0.1198	0.0009	1853	11	1901	14	1953	13
AKS02.72	43	313	0.41	0.1357	0.0008	1.2504	0.0121	0.0668	0.0006	821	5	824	8	832	20
AKS02.73	48	241	1.24	0.1332	0.0008	3.0227	0.0598	0.1646	0.0034	806	5	1413	28	2503	35
AKS02.74	50	356	1.33	0.1161	0.0008	1.8916	0.0212	0.1182	0.0011	708	5	1078	12	1928	16
AKS02.75	32	199	1.78	0.1307	0.0008	1.4574	0.0189	0.0809	0.0010	792	5	913	12	1218	25
AKS02.76	13	87	0.78	0.1355	0.0009	1.5689	0.0644	0.0840	0.0034	819	5	958	39	1292	78
AKS02.77	49	343	0.65	0.1350	0.0008	1.4318	0.0165	0.0769	0.0009	816	5	902	10	1119	22
AKS02.78	33	198	2.46	0.1256	0.0008	1.7567	0.0374	0.1014	0.0021	763	5	1030	22	1650	37
AKS02.79	69	153	1.90	0.3413	0.0020	5.8794	0.0476	0.1249	0.0010	1893	11	1958	16	2028	14
AKS02.80	102	546	2.68	0.1238	0.0009	3.7073	0.0415	0.2172	0.0018	752	6	1573	18	2960	13
AKS02.81	111	753	0.82	0.1360	0.0008	1.2782	0.0109	0.0682	0.0005	822	5	836	7	874	16
AKS02.82	95	660	0.86	0.1344	0.0008	1.4343	0.0154	0.0774	0.0008	813	5	903	10	1131	19
AKS02.83	106	708	0.91	0.1292	0.0008	1.9467	0.0296	0.1093	0.0017	783	5	1097	17	1788	28
AKS02.84	45	315	0.65	0.1364	0.0009	1.2860	0.0137	0.0684	0.0007	824	5	840	9	880	21
AKS02.85	72	438	2.11	0.1400	0.0010	2.2961	0.0246	0.1190	0.0010	845	6	1211	13	1941	16
AKS02.86	11	76	0.43	0.1366	0.0009	1.8966	0.0594	0.1007	0.0031	825	6	1080	34	1637	56
AKS02.87	23	150	1.23	0.1359	0.0008	1.2872	0.0262	0.0687	0.0014	822	5	840	17	889	41
AKS02.88	38	257	1.03	0.1340	0.0009	1.3456	0.0179	0.0728	0.0011	811	6	866	12	1009	31
AKS02.89	51	331	1.25	0.1391	0.0008	1.4545	0.0166	0.0758	0.0008	839	5	912	10	1091	22
AKS02.90	44	103	0.97	0.3735	0.0022	6.5082	0.0649	0.1264	0.0012	2046	12	2047	20	2048	17
AKS02.91	52	110	0.43	0.4366	0.0027	9.5049	0.0895	0.1579	0.0014	2336	14	2388	22	2433	15
AKS02.92	20	140	0.59	0.1375	0.0008	1.3655	0.0276	0.0720	0.0014	830	5	874	18	987	39
AKS02.93	23	162	0.71	0.1347	0.0008	1.3306	0.0204	0.0716	0.0011	815	5	859	13	976	30
AKS02.94	32	225	0.56	0.1380	0.0008	1.2872	0.0218	0.0676	0.0011	834	5	840	14	857	34
AKS02.95	7	48	0.83	0.1361	0.0010	1.2770	0.0729	0.0681	0.0038	822	6	836	48	871	115
AKS02.96	21	125	1.90	0.1335	0.0008	1.2816	0.0282	0.0696	0.0015	808	5	838	18	918	44
AKS02.97	41	181	0.98	0.1550	0.0009	5.1418	0.0726	0.2406	0.0032	929	6	1843	26	3124	21
AKS02.98	34	235	0.65	0.1369	0.0008	1.3635	0.0200	0.0722	0.0010	827	5	873	13	992	29
AKS02.99	10	62	1.11	0.1366	0.0009	1.3135	0.0555	0.0697	0.0029	826	6	852	36	920	85
AKS02.100	25	137	0.77	0.1602	0.0011	2.3909	0.0380	0.1082	0.0015	958	6	1240	20	1770	26
AKS02.101	9	24	1.06	0.3314	0.0021	5.1812	0.1102	0.1134	0.0024	1845	12	1850	39	1854	38
AKS02.102	25	66	1.35	0.3189	0.0019	5.2873	0.0678	0.1202	0.0015	1784	11	1867	24	1960	22
AKS02.103	6	37	0.84	0.1360	0.0018	1.3213	0.2566	0.0705	0.0135	822	11	855	166	942	393
AKS02.104	38	265	0.85	0.1371	0.0008	1.3867	0.0343	0.0734	0.0017	828	5	883	22	1025	46
AKS02.105	34	245	0.52	0.1361	0.0008	1.3337	0.0196	0.0711	0.0010	823	5	861	13	959	29
AKS02.106	60	370	0.71	0.1376	0.0009	2.2877	0.0323	0.1206	0.0017	831	5	1208	17	1965	25
AKS03.1	64	437	0.60	0.1372	0.0009	1.3824	0.0151	0.0731	0.0007	829	5	881	10	1016	21
AKS03.2	113	909	1.86	0.0964	0.0006	1.8923	0.0180	0.1424	0.0013	593	3	1078	10	2257	16

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量(×10 ⁻⁶)		Th/U	同位素比值						年龄(Ma)					
	Pb	U		²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ
AKS03.3	21	235	0.64	0.0660	0.0006	1.3618	0.0223	0.1496	0.0022	412	4	873	14	2342	25
AKS03.4	37	223	1.27	0.1363	0.0008	1.2800	0.0204	0.0681	0.0010	824	5	837	13	872	32
AKS03.5	40	258	0.85	0.1253	0.0008	2.2447	0.0274	0.1299	0.0015	761	5	1195	15	2096	20
AKS03.6	56	357	0.86	0.1369	0.0009	1.2934	0.0155	0.0685	0.0008	827	5	843	10	885	24
AKS03.7	137	952	0.39	0.1238	0.0008	1.9431	0.0202	0.1139	0.0013	752	5	1096	11	1862	21
AKS03.8	188	1283	1.40	0.0934	0.0006	2.2684	0.0223	0.1761	0.0017	576	4	1203	12	2616	16
AKS03.9	14	70	2.63	0.1295	0.0009	1.1656	0.0695	0.0653	0.0038	785	6	785	47	784	123
AKS03.10	51	337	0.62	0.1380	0.0009	1.3193	0.0175	0.0694	0.0009	833	5	854	11	909	27
AKS03.11	62	370	1.14	0.1365	0.0008	1.3063	0.0145	0.0694	0.0007	825	5	849	9	911	22
AKS03.12	106	804	0.92	0.1139	0.0008	1.6289	0.0164	0.1037	0.0012	695	5	981	10	1692	20
AKS03.13	136	391	1.00	0.2960	0.0017	5.0536	0.0468	0.1238	0.0011	1671	10	1828	17	2012	16
AKS03.14	65	127	0.94	0.4209	0.0025	8.5836	0.0831	0.1479	0.0014	2264	14	2295	22	2322	16
AKS03.15	50	311	0.96	0.1363	0.0008	1.4533	0.0162	0.0773	0.0008	824	5	911	10	1129	21
AKS03.16	20	136	0.61	0.1356	0.0008	1.2607	0.0260	0.0674	0.0014	820	5	828	17	851	43
AKS03.17	33	227	0.59	0.1369	0.0008	1.2997	0.0238	0.0689	0.0012	827	5	846	15	895	37
AKS03.18	56	439	0.42	0.0914	0.0010	2.2317	0.0247	0.1771	0.0028	564	6	1191	13	2626	26
AKS03.19	35	270	0.06	0.1366	0.0008	1.2945	0.0172	0.0687	0.0009	825	5	843	11	891	27
AKS03.20	96	610	0.86	0.1259	0.0008	1.9303	0.0193	0.1112	0.0011	764	5	1092	11	1820	17
AKS03.21	20	140	0.73	0.1105	0.0009	1.7296	0.0514	0.1135	0.0029	676	5	1020	30	1856	47
AKS03.22	56	386	0.60	0.1253	0.0008	1.6468	0.0227	0.0953	0.0013	761	5	988	14	1534	26
AKS03.23	51	349	0.49	0.1377	0.0008	1.3692	0.0152	0.0721	0.0008	832	5	876	10	989	22
AKS03.24	74	604	0.65	0.0913	0.0009	1.4204	0.0196	0.1129	0.0020	563	5	898	12	1846	33
AKS03.25	21	136	0.65	0.1360	0.0009	1.2530	0.0272	0.0668	0.0014	822	5	825	18	833	44
AKS03.26	103	623	0.88	0.1350	0.0009	2.0665	0.0218	0.1111	0.0012	816	5	1138	12	1817	19
AKS03.27	31	197	0.86	0.1366	0.0009	1.2757	0.0206	0.0678	0.0011	825	5	835	14	861	33
AKS03.28	24	140	1.07	0.1362	0.0010	1.2516	0.0264	0.0666	0.0013	823	6	824	17	826	41
AKS03.29	20	125	0.30	0.1606	0.0010	1.5455	0.0266	0.0698	0.0011	960	6	949	16	922	34
AKS03.30	58	362	0.83	0.1365	0.0009	1.2705	0.0160	0.0675	0.0009	825	6	833	10	853	28
AKS03.31	98	648	0.61	0.1354	0.0009	1.4333	0.0192	0.0768	0.0010	819	5	903	12	1115	26
AKS03.32	68	444	0.64	0.1364	0.0009	1.3268	0.0142	0.0706	0.0008	824	6	858	9	944	22
AKS03.33	46	298	1.09	0.1039	0.0008	2.0418	0.0249	0.1425	0.0017	637	5	1130	14	2258	20
AKS03.34	87	622	0.63	0.1070	0.0007	2.1074	0.0231	0.1428	0.0015	656	4	1151	13	2261	19
AKS03.35	129	924	0.71	0.1102	0.0007	1.9773	0.0187	0.1302	0.0012	674	4	1108	10	2100	16
AKS03.36	53	337	0.76	0.1363	0.0008	1.2715	0.0179	0.0677	0.0009	823	5	833	12	859	28
AKS03.37	46	289	0.81	0.1362	0.0009	1.3312	0.0161	0.0709	0.0009	823	5	859	10	954	25
AKS03.38	64	378	1.09	0.1357	0.0008	1.2933	0.0155	0.0691	0.0008	820	5	843	10	902	23
AKS03.39	101	265	0.60	0.3285	0.0022	6.8783	0.0679	0.1518	0.0014	1831	12	2096	21	2367	15
AKS03.40	132	763	0.54	0.1270	0.0008	2.8795	0.0285	0.1645	0.0016	771	5	1377	14	2502	16
AKS03.41	39	204	1.67	0.1365	0.0017	1.3539	0.0322	0.0720	0.0012	825	10	869	21	985	33
AKS03.42	120	987	0.48	0.0922	0.0009	1.7632	0.0196	0.1387	0.0013	569	5	1032	11	2211	17
AKS03.43	46	324	0.35	0.1367	0.0009	1.2575	0.0175	0.0667	0.0009	826	5	827	11	829	28
AKS03.44	30	207	0.39	0.1371	0.0009	1.3423	0.0220	0.0710	0.0011	828	5	864	14	958	33
AKS03.45	36	238	0.53	0.1269	0.0009	1.8653	0.0439	0.1066	0.0028	770	5	1069	25	1742	48
AKS03.46	45	474	0.55	0.0711	0.0006	1.3020	0.0157	0.1328	0.0014	443	4	847	10	2135	18
AKS03.47	101	622	0.56	0.1364	0.0009	2.0749	0.0214	0.1103	0.0012	824	5	1141	12	1805	20
AKS03.48	71	481	0.51	0.1357	0.0009	1.3519	0.0157	0.0723	0.0008	820	5	868	10	994	22
AKS03.49	116	734	1.05	0.1365	0.0017	1.3059	0.0186	0.0694	0.0008	825	11	848	12	910	23
AKS03.50	69	408	0.53	0.1528	0.0009	1.3520	0.0144	0.0642	0.0006	917	6	868	9	747	21
AKS03.51	40	354	0.39	0.0854	0.0010	1.6177	0.0190	0.1374	0.0017	528	6	977	12	2195	22
AKS03.52	173	954	0.36	0.1431	0.0009	2.8375	0.0291	0.1439	0.0015	862	5	1366	14	2274	17
AKS03.53	73	123	0.89	0.3894	0.0027	10.2345	0.1423	0.1906	0.0022	2120	15	2456	34	2748	19
AKS03.54	73	521	0.76	0.1032	0.0007	1.8127	0.0194	0.1274	0.0014	633	5	1050	11	2062	20
AKS03.55	96	525	0.71	0.1351	0.0008	2.1978	0.0596	0.1179	0.0032	817	5	1180	32	1925	48
AKS03.56	43	251	1.01	0.1355	0.0009	1.3355	0.0215	0.0715	0.0012	819	5	861	14	972	34

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量 ($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄 (Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ
AKS03.57	66	452	0.56	0.1364	0.0008	1.2770	0.0137	0.0679	0.0007	824	5	836	9	866	21
AKS03.58	89	679	1.17	0.0969	0.0006	1.3700	0.0147	0.1025	0.0011	596	4	876	9	1670	20
AKS03.59	126	719	0.64	0.1377	0.0008	2.1615	0.0390	0.1138	0.0021	832	5	1169	21	1862	34
AKS03.60	65	434	0.45	0.1366	0.0010	1.3622	0.0170	0.0723	0.0009	826	6	873	11	995	25
AKS03.61	98	684	0.50	0.1117	0.0007	2.0865	0.0195	0.1355	0.0013	683	4	1144	11	2170	16
AKS03.62	127	852	0.66	0.1192	0.0009	1.8173	0.0344	0.1106	0.0016	726	6	1052	20	1809	27
AKS03.63	98	642	0.92	0.1137	0.0007	1.6877	0.0230	0.1076	0.0014	694	4	1004	14	1760	23
AKS03.64	94	571	0.80	0.1353	0.0008	1.2783	0.0138	0.0685	0.0007	818	5	836	9	884	21
AKS03.65	104	578	0.89	0.1366	0.0009	2.4621	0.0340	0.1307	0.0020	825	5	1261	17	2108	27
AKS03.66	86	800	0.80	0.0871	0.0009	1.5374	0.0169	0.1280	0.0013	538	5	945	10	2071	18
AKS03.67	60	417	0.39	0.1366	0.0008	1.3001	0.0142	0.0690	0.0007	826	5	846	9	899	22
AKS03.68	34	249	1.13	0.1013	0.0006	1.6437	0.0222	0.1177	0.0017	622	4	987	13	1922	25
AKS03.69	74	563	0.25	0.1358	0.0011	1.3429	0.0176	0.0717	0.0007	821	7	864	11	978	21
AKS03.70	69	554	0.65	0.1054	0.0012	1.5815	0.0194	0.1088	0.0019	646	8	963	12	1780	32
AKS03.71	44	329	0.68	0.1127	0.0012	1.7672	0.0253	0.1137	0.0014	688	7	1034	15	1860	22
AKS03.72	7	48	0.75	0.1364	0.0012	1.1225	0.1083	0.0597	0.0056	824	7	764	74	592	205
AKS03.73	18	44	0.92	0.3486	0.0023	5.3496	0.0978	0.1113	0.0019	1928	13	1877	34	1821	31
AKS03.74	11	64	0.94	0.1369	0.0011	2.2394	0.0565	0.1186	0.0029	827	6	1193	30	1936	43
AKS03.75	46	97	0.79	0.3936	0.0024	9.6436	0.1322	0.1777	0.0023	2140	13	2401	33	2631	22
AKS03.76	20	33	1.38	0.4254	0.0046	11.3608	0.2308	0.1937	0.0031	2285	25	2553	52	2774	27
AKS03.77	64	151	0.55	0.3492	0.0024	8.9460	0.1532	0.1858	0.0030	1931	13	2333	40	2705	27
AKS03.78	17	114	0.45	0.1363	0.0012	1.2681	0.0407	0.0675	0.0022	823	7	832	27	853	67
AKS03.79	11	55	1.06	0.1413	0.0013	2.2310	0.1254	0.1145	0.0064	852	8	1191	67	1872	101
AKS03.80	14	57	0.45	0.2094	0.0015	4.0102	0.1024	0.1389	0.0035	1225	9	1636	42	2214	43
AKS03.81	16	85	0.89	0.1355	0.0010	3.1222	0.0853	0.1671	0.0043	819	6	1438	39	2528	43
AKS03.82	34	81	0.50	0.3878	0.0027	6.4111	0.1134	0.1199	0.0020	2113	15	2034	36	1955	30
AKS03.83	6	38	1.11	0.1366	0.0012	1.3044	0.0973	0.0692	0.0051	826	7	848	63	906	153
AKS03.84	2	16	0.53	0.1352	0.0023	1.3724	0.1916	0.0736	0.0105	817	14	877	122	1031	288
AKS03.85	17	106	0.98	0.1365	0.0010	1.3412	0.0565	0.0713	0.0029	825	6	864	36	965	84
AKS03.86	8	70	0.79	0.0927	0.0008	1.4286	0.0543	0.1117	0.0040	572	5	901	34	1828	66
AKS03.87	7	51	0.52	0.1358	0.0011	1.2645	0.0802	0.0675	0.0043	821	7	830	53	854	131
AKS03.88	22	57	0.82	0.3482	0.0023	5.7493	0.1221	0.1197	0.0025	1926	13	1939	41	1952	37
AKS03.89	40	107	0.81	0.3437	0.0026	5.6256	0.1080	0.1187	0.0021	1904	14	1920	37	1937	32
AKS03.90	20	131	0.53	0.1415	0.0010	2.1651	0.0694	0.1110	0.0037	853	6	1170	37	1815	61
AKS03.91	25	169	1.48	0.1197	0.0008	2.6552	0.0547	0.1609	0.0029	729	5	1316	27	2465	30
AKS03.92	9	82	0.56	0.0908	0.0012	1.7798	0.0564	0.1421	0.0043	561	7	1038	33	2253	52
AKS03.93	11	79	0.40	0.1368	0.0009	1.3159	0.0519	0.0697	0.0025	827	6	853	34	921	75
AKS03.94	27	190	0.77	0.1320	0.0009	2.2119	0.0579	0.1215	0.0024	800	6	1185	31	1978	36
AKS03.95	46	141	0.31	0.3301	0.0023	5.6720	0.1619	0.1246	0.0026	1839	13	1927	55	2023	37
AKS03.96	28	210	0.56	0.1284	0.0009	1.9433	0.0621	0.1098	0.0028	779	5	1096	35	1796	46
AKS03.97	31	233	0.55	0.1372	0.0010	1.3587	0.0396	0.0718	0.0016	829	6	871	25	981	46
AKS03.98	26	191	0.60	0.1373	0.0009	1.4632	0.0615	0.0773	0.0029	829	5	915	38	1129	74
AKS03.99	20	136	0.95	0.1376	0.0009	2.5304	0.0682	0.1334	0.0029	831	6	1281	35	2143	37
AKS03.100	13	158	0.44	0.0752	0.0005	1.3439	0.0386	0.1297	0.0031	467	3	865	25	2094	42
AKS03.101	34	257	0.34	0.1372	0.0009	1.2817	0.0298	0.0677	0.0013	829	6	838	19	860	39
AKS03.102	15	115	0.31	0.1364	0.0012	1.3155	0.0388	0.0700	0.0019	824	7	853	25	927	54
AKS03.103	31	227	0.66	0.1369	0.0010	1.2957	0.0275	0.0687	0.0013	827	6	844	18	889	38
AKS03.104	14	108	0.66	0.1354	0.0009	1.2997	0.0415	0.0696	0.0021	819	5	846	27	917	62
AKS03.105	29	259	0.26	0.1080	0.0009	1.6395	0.0365	0.1101	0.0022	661	6	986	22	1801	36
AKS03.106	32	322	0.72	0.0877	0.0007	1.8653	0.0342	0.1542	0.0025	542	4	1069	20	2394	28
AKS03.107	19	143	0.51	0.1365	0.0012	1.3026	0.0385	0.0692	0.0019	825	7	847	25	905	57
AKS03.108	31	247	0.89	0.1149	0.0010	1.8617	0.0370	0.1176	0.0021	701	6	1068	21	1920	32
AKS03.109	25	170	1.20	0.1367	0.0009	1.3148	0.0411	0.0698	0.0021	826	5	852	27	921	62
AKS03.110	24	185	0.53	0.1234	0.0010	1.8801	0.0384	0.1105	0.0022	750	6	1074	22	1808	36

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄(Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1σ
AKS03. 111	12	93	0.16	0.1355	0.0009	1.2488	0.0488	0.0668	0.0026	819	5	823	32	833	80
AKS03. 112	10	73	0.76	0.1358	0.0010	1.2495	0.0695	0.0668	0.0036	821	6	823	46	830	112
AKS03. 113	34	325	1.00	0.0917	0.0008	1.4661	0.0286	0.1159	0.0023	566	5	917	18	1894	36
AKS03. 114	33	235	0.85	0.1324	0.0008	1.9603	0.0407	0.1074	0.0022	802	5	1102	23	1755	38
AKS03. 115	35	336	1.25	0.0873	0.0010	2.0180	0.0344	0.1676	0.0025	540	6	1122	19	2534	25
AKS03. 116	18	120	1.23	0.1339	0.0010	1.2834	0.0484	0.0695	0.0025	810	6	838	32	914	74
AKS03. 117	11	80	0.80	0.1351	0.0011	1.2452	0.0999	0.0668	0.0054	817	6	821	66	833	168
AKS03. 118	34	253	0.89	0.1347	0.0009	1.2372	0.0413	0.0666	0.0021	815	5	818	27	826	66
AKS03. 119	27	196	0.72	0.1364	0.0009	1.3422	0.0311	0.0714	0.0016	824	6	864	20	968	44
AKS03. 120	56	409	1.74	0.1116	0.0007	2.4823	0.0470	0.1614	0.0028	682	4	1267	24	2470	29
AKS03. 121	11	83	0.72	0.1371	0.0009	1.2669	0.0484	0.0670	0.0025	828	6	831	32	838	77
AKS04. 1	72	452	0.78	0.1363	0.0015	1.2839	0.0163	0.0683	0.0007	823	9	839	11	879	21
AKS04. 2	102	272	0.86	0.3425	0.0023	5.5138	0.0544	0.1168	0.0010	1899	13	1903	19	1907	15
AKS04. 3	30	147	1.81	0.1378	0.0009	1.2684	0.0207	0.0668	0.0011	832	6	832	14	831	33
AKS04. 4	72	182	0.72	0.3357	0.0031	5.2043	0.0587	0.1124	0.0010	1866	17	1853	21	1839	16
AKS04. 5	42	296	0.38	0.1368	0.0011	1.2785	0.0187	0.0678	0.0009	826	6	836	12	862	27
AKS04. 6	72	441	0.96	0.1365	0.0011	1.2671	0.0144	0.0673	0.0006	825	7	831	9	848	19
AKS04. 7	52	343	0.61	0.1367	0.0011	1.2891	0.0158	0.0684	0.0008	826	7	841	10	880	25
AKS04. 8	27	152	1.18	0.1365	0.0010	1.2588	0.0263	0.0669	0.0012	825	6	827	17	835	39
AKS04. 9	64	451	0.36	0.1370	0.0011	1.2686	0.0151	0.0671	0.0007	828	6	832	10	842	22
AKS04. 10	76	504	0.65	0.1361	0.0010	1.4004	0.0253	0.0746	0.0011	823	6	889	16	1058	31
AKS04. 11	53	330	0.79	0.1366	0.0009	1.2389	0.0147	0.0658	0.0007	826	5	818	10	799	23
AKS04. 12	199	558	0.74	0.3084	0.0024	5.8099	0.0559	0.1366	0.0011	1733	14	1948	19	2185	14
AKS04. 13	43	273	0.71	0.1365	0.0010	1.2554	0.0161	0.0667	0.0008	825	6	826	11	828	24
AKS04. 14	73	490	0.69	0.1364	0.0009	1.2980	0.0133	0.0690	0.0006	824	6	845	9	899	18
AKS04. 15	58	390	0.66	0.1361	0.0010	1.3249	0.0139	0.0706	0.0007	823	6	857	9	946	21
AKS04. 16	46	293	0.67	0.1375	0.0010	1.2949	0.0186	0.0683	0.0009	830	6	843	12	878	27
AKS04. 17	68	443	0.65	0.1359	0.0009	1.3079	0.0142	0.0698	0.0007	821	6	849	9	923	21
AKS04. 18	73	499	0.45	0.1367	0.0009	1.3462	0.0143	0.0714	0.0007	826	6	866	9	970	21
AKS04. 19	67	825	0.06	0.0831	0.0008	1.2452	0.0122	0.1087	0.0011	515	5	821	8	1777	18
AKS04. 20	274	498	0.48	0.4778	0.0034	10.7479	0.1001	0.1632	0.0013	2517	18	2502	23	2489	13
AKS04. 21	51	328	0.79	0.1362	0.0008	1.2895	0.0147	0.0687	0.0008	823	5	841	10	889	23
AKS04. 22	94	488	1.52	0.1362	0.0008	1.2789	0.0118	0.0681	0.0006	823	5	836	8	872	18
AKS04. 23	57	354	0.87	0.1360	0.0008	1.2854	0.0168	0.0685	0.0009	822	5	839	11	885	26
AKS04. 24	26	168	0.76	0.1353	0.0009	1.2628	0.0437	0.0677	0.0023	818	5	829	29	859	71
AKS04. 25	42	311	0.53	0.1031	0.0008	1.7461	0.0544	0.1228	0.0032	633	5	1026	32	1997	47
AKS04. 26	61	364	0.86	0.1373	0.0008	1.5032	0.0180	0.0794	0.0009	829	5	932	11	1183	23
AKS04. 27	60	373	0.97	0.1328	0.0008	1.2113	0.0188	0.0662	0.0010	804	5	806	13	811	32
AKS04. 28	44	289	0.38	0.1378	0.0009	1.6026	0.0209	0.0844	0.0011	832	5	971	13	1301	26
AKS04. 29	75	435	1.07	0.1360	0.0009	1.3318	0.0201	0.0710	0.0012	822	5	860	13	959	33
AKS04. 30	52	288	0.65	0.1612	0.0012	1.6771	0.0203	0.0755	0.0008	963	7	1000	12	1081	20
AKS04. 31	82	561	0.92	0.1200	0.0008	1.3659	0.0150	0.0826	0.0008	730	5	874	10	1259	18
AKS04. 32	105	225	1.32	0.3487	0.0023	5.7712	0.0533	0.1200	0.0010	1928	13	1942	18	1957	15
AKS04. 33	70	431	0.88	0.1366	0.0008	1.3107	0.0147	0.0696	0.0007	825	5	850	10	917	22
AKS04. 34	26	171	0.70	0.1367	0.0009	1.3054	0.0176	0.0693	0.0009	826	5	848	11	906	27
AKS04. 35	58	346	1.61	0.1295	0.0008	1.3340	0.0181	0.0747	0.0010	785	5	861	12	1061	27
AKS04. 36	28	140	2.15	0.1376	0.0009	1.3800	0.0263	0.0728	0.0013	831	6	880	17	1007	37
AKS04. 37	61	430	0.30	0.1384	0.0010	1.5008	0.0155	0.0786	0.0007	836	6	931	10	1163	18
AKS04. 38	106	653	1.20	0.1378	0.0010	1.4318	0.0139	0.0754	0.0006	832	6	902	9	1078	17
AKS04. 39	70	405	1.40	0.1372	0.0009	1.3283	0.0147	0.0702	0.0007	829	6	858	10	935	22
AKS04. 40	29	182	0.95	0.1368	0.0014	1.4319	0.0435	0.0759	0.0023	827	9	902	27	1092	60
AKS04. 41	86	582	1.01	0.1359	0.0009	1.3631	0.0130	0.0727	0.0006	822	5	873	8	1006	18
AKS04. 42	26	167	0.92	0.1382	0.0010	1.3757	0.0262	0.0722	0.0014	835	6	879	17	991	38
AKS04. 43	33	210	1.02	0.1370	0.0010	1.3099	0.0218	0.0694	0.0010	827	6	850	14	910	31

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄(Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$		$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	
				1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ	1σ		
AKS04.44	33	212	0.95	0.1385	0.0009	1.3119	0.0228	0.0687	0.0011	836	5	851	15	890	34
AKS04.45	85	540	1.14	0.1367	0.0010	1.4068	0.0137	0.0746	0.0007	826	6	892	9	1058	18
AKS04.46	59	329	1.12	0.1374	0.0009	2.1791	0.0249	0.1150	0.0013	830	5	1174	13	1880	20
AKS04.47	54	340	1.21	0.1364	0.0010	1.2583	0.0138	0.0669	0.0006	824	6	827	9	834	20
AKS04.48	24	145	1.33	0.1357	0.0010	1.2607	0.0262	0.0674	0.0013	820	6	828	17	849	41
AKS04.49	79	187	1.30	0.3455	0.0025	5.6263	0.0557	0.1181	0.0010	1913	14	1920	19	1928	15
AKS04.50	71	450	1.02	0.1369	0.0010	1.3498	0.0137	0.0715	0.0007	827	6	867	9	971	19
AKS04.51	92	593	1.44	0.1373	0.0009	1.4086	0.0129	0.0744	0.0007	830	5	893	8	1052	18
AKS04.52	80	529	0.78	0.1380	0.0009	1.3055	0.0121	0.0686	0.0006	833	5	848	8	888	18
AKS04.53	58	391	0.71	0.1363	0.0010	1.2984	0.0185	0.0691	0.0008	824	6	845	12	902	25
AKS04.54	64	420	0.94	0.1358	0.0009	1.2415	0.0127	0.0663	0.0006	821	6	820	8	816	19
AKS04.55	53	294	1.44	0.1269	0.0008	2.3413	0.0280	0.1338	0.0015	770	5	1225	15	2148	19
AKS04.56	55	371	0.62	0.1373	0.0010	1.4477	0.0168	0.0765	0.0008	829	6	909	11	1108	20
AKS04.57	46	264	1.51	0.1367	0.0009	1.3050	0.0187	0.0692	0.0009	826	6	848	12	905	27
AKS04.58	89	565	1.01	0.1382	0.0010	1.2894	0.0121	0.0677	0.0006	834	6	841	8	858	19
AKS04.59	58	395	1.08	0.1088	0.0008	1.6496	0.0171	0.1100	0.0012	666	5	989	10	1799	20
AKS04.60	40	250	1.00	0.1379	0.0009	1.2932	0.0158	0.0680	0.0008	833	5	843	10	869	24
AKS04.61	125	891	1.23	0.1200	0.0007	1.8736	0.0342	0.1132	0.0019	731	4	1072	20	1852	30
AKS04.62	58	142	1.12	0.3388	0.0023	5.2758	0.0495	0.1130	0.0010	1881	13	1865	17	1847	15
AKS04.63	60	150	0.89	0.3409	0.0022	5.3495	0.0492	0.1138	0.0010	1891	12	1877	17	1861	15
AKS04.64	114	633	1.80	0.1359	0.0008	1.3512	0.0136	0.0721	0.0007	821	5	868	9	990	19
AKS04.65	188	1826	0.64	0.0884	0.0008	1.3605	0.0130	0.1116	0.0010	546	5	872	8	1826	16
AKS04.66	99	649	0.84	0.1363	0.0008	1.2725	0.0119	0.0677	0.0006	824	5	834	8	860	18
AKS04.67	129	319	0.60	0.3645	0.0023	6.5057	0.0570	0.1295	0.0010	2003	12	2047	18	2091	14
AKS04.68	170	642	0.34	0.2400	0.0016	4.6186	0.0438	0.1396	0.0012	1387	9	1753	17	2222	15
AKS04.69	175	492	0.40	0.3392	0.0022	5.3789	0.0492	0.1150	0.0010	1883	12	1882	17	1880	15
AKS04.70	36	78	1.32	0.3596	0.0022	5.8967	0.0639	0.1189	0.0012	1980	12	1961	21	1940	19
AKS04.71	249	692	0.45	0.3251	0.0020	5.6518	0.0564	0.1261	0.0012	1815	11	1924	19	2044	16
AKS04.72	27	171	0.86	0.1363	0.0009	1.2844	0.0265	0.0683	0.0014	824	5	839	17	879	42
AKS04.73	96	257	0.31	0.3576	0.0022	5.9332	0.0608	0.1203	0.0012	1971	12	1966	20	1961	17
AKS04.74	68	174	0.72	0.3415	0.0025	5.4693	0.0618	0.1162	0.0012	1894	14	1896	21	1898	19
AKS04.75	22	147	0.97	0.1300	0.0008	1.1778	0.0243	0.0657	0.0013	788	5	790	16	798	42
AKS04.76	209	605	0.91	0.2975	0.0018	4.8597	0.0599	0.1185	0.0014	1679	10	1795	22	1933	21
AKS04.77	82	210	0.78	0.3432	0.0021	5.4925	0.0756	0.1161	0.0015	1902	11	1899	26	1897	24
AKS04.78	73	215	0.66	0.3155	0.0019	5.1004	0.0766	0.1173	0.0017	1768	11	1836	28	1915	26
AKS04.79	154	313	0.52	0.4297	0.0028	9.9278	0.1638	0.1676	0.0026	2304	15	2428	40	2534	26
AKS04.80	197	565	0.74	0.3052	0.0020	5.0582	0.0836	0.1202	0.0019	1717	11	1829	30	1959	28
AKS04.81	127	342	0.37	0.3530	0.0021	5.7713	0.0872	0.1186	0.0017	1949	12	1942	29	1935	26
AKS04.82	94	241	0.84	0.3393	0.0021	5.4664	0.0783	0.1169	0.0016	1883	12	1895	27	1909	25
AKS04.83	75	196	0.66	0.3463	0.0021	5.5984	0.0733	0.1172	0.0015	1917	12	1916	25	1915	22
AKS04.84	107	287	0.61	0.3420	0.0021	5.7786	0.0729	0.1225	0.0015	1896	12	1943	25	1994	21
AKS04.85	258	985	0.18	0.2675	0.0018	4.2160	0.0530	0.1143	0.0013	1528	11	1677	21	1869	21
AKS04.86	34	89	0.90	0.3413	0.0021	5.6147	0.0755	0.1193	0.0015	1893	11	1918	26	1946	23
AKS04.87	56	157	0.42	0.3404	0.0020	5.6525	0.0753	0.1204	0.0015	1889	11	1924	26	1963	23
AKS04.88	75	198	0.95	0.3360	0.0020	5.5065	0.0735	0.1189	0.0015	1868	11	1902	25	1939	23
AKS04.89	10	68	0.66	0.1373	0.0010	1.3826	0.0529	0.0730	0.0027	829	6	882	34	1015	76
AKS04.90	8	56	0.64	0.1373	0.0009	1.2558	0.0552	0.0664	0.0029	829	5	826	36	817	92
AKS04.91	24	167	0.63	0.1268	0.0009	1.9544	0.0525	0.1117	0.0028	770	6	1100	30	1828	46
AKS04.92	66	201	0.42	0.3100	0.0021	6.0748	0.0984	0.1421	0.0022	1741	12	1987	32	2253	27
AKS04.93	30	207	0.09	0.1492	0.0009	1.6468	0.0330	0.0801	0.0016	896	6	988	20	1198	39
AKS04.94	27	303	0.29	0.0845	0.0006	1.3863	0.0311	0.1190	0.0025	523	4	883	20	1941	38
AKS04.95	47	129	1.02	0.3319	0.0023	5.2008	0.1174	0.1137	0.0025	1847	13	1853	42	1859	39
AKS04.96	22	180	0.66	0.1129	0.0008	1.6323	0.0427	0.1048	0.0027	690	5	983	26	1711	47
AKS04.97	4	31	0.84	0.1197	0.0010	1.1206	0.0753	0.0679	0.0045	729	6	763	51	866	137

续附表 1

Continued Appendix Table 1

Spot No.	含量($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄(Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ
AKS04.98	51	144	0.76	0.3359	0.0022	5.4826	0.1154	0.1184	0.0024	1867	12	1898	40	1932	36
AKS04.99	41	98	0.64	0.3940	0.0026	7.3259	0.1475	0.1349	0.0026	2141	14	2152	43	2162	34
AKS04.100	13	95	0.63	0.1369	0.0009	1.2545	0.0336	0.0665	0.0017	827	6	825	22	821	54
AKS04.101	20	173	1.09	0.0985	0.0007	1.9502	0.0411	0.1435	0.0028	606	5	1098	23	2270	34
AKS04.102	30	85	0.23	0.3581	0.0023	5.7447	0.1040	0.1164	0.0020	1973	13	1938	35	1901	31
AKS04.103	41	105	1.34	0.3286	0.0020	5.5827	0.0998	0.1232	0.0021	1832	11	1913	34	2003	31
AKS04.104	140	324	0.15	0.4213	0.0028	9.1485	0.1590	0.1575	0.0026	2267	15	2353	41	2429	28
AKS04.105	24	70	0.56	0.3278	0.0023	5.6860	0.1101	0.1258	0.0023	1828	13	1929	37	2040	33
AKS04.106	7	43	1.27	0.1345	0.0013	1.2821	0.1269	0.0691	0.0067	814	8	838	83	903	200
AKS04.107	12	85	0.71	0.1343	0.0009	1.5497	0.0455	0.0837	0.0024	812	5	950	28	1286	55
AKS04.108	20	156	1.13	0.1139	0.0007	1.6212	0.0357	0.1032	0.0022	696	4	978	22	1682	39
AKS04.109	6	45	0.85	0.1265	0.0009	1.2202	0.0552	0.0699	0.0031	768	5	810	37	927	91

注：表中所列误差均为 1 σ 误差

附表 2 AKS01 基性岩墙锆石 U-Pb 数据表

Appendix Table 2 U-Pb dating results of zircon sample AKS01 from mafic dyke

Spot No.	含量($\times 10^{-6}$)		Th/U	同位素比值						年龄(Ma)					
	Pb	U		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ
AKS01.1	377	2290	5.20	0.0973	0.0005	0.8605	0.0058	0.0642	0.0004	598	3	630	4	747	14
AKS01.2	797	3430	6.95	0.1205	0.0007	1.0650	0.0072	0.0641	0.0004	734	4	736	5	744	14
AKS01.3	762	3809	3.82	0.1338	0.0008	1.1984	0.0080	0.0649	0.0004	810	5	800	5	773	14
AKS01.4	816	3118	8.71	0.1267	0.0007	1.1256	0.0076	0.0644	0.0004	769	4	766	5	756	14
AKS01.5	803	4775	3.32	0.1220	0.0007	1.0769	0.0073	0.0640	0.0004	742	4	742	5	743	14
AKS01.6	719	3067	7.52	0.1208	0.0007	1.0646	0.0071	0.0639	0.0004	735	4	736	5	738	14
AKS01.7	702	2648	8.88	0.1233	0.0007	1.0933	0.0072	0.0643	0.0004	750	4	750	5	751	14
AKS01.8	505	2254	8.56	0.1179	0.0007	1.0357	0.0077	0.0637	0.0004	718	4	722	5	732	15
AKS01.9	533	2653	6.67	0.1150	0.0007	1.0196	0.0067	0.0643	0.0004	702	4	714	5	752	15
AKS01.10	605	3265	3.90	0.1239	0.0008	1.0917	0.0073	0.0639	0.0004	753	5	749	5	739	14
AKS01.11	701	3188	6.82	0.1234	0.0007	1.1007	0.0073	0.0647	0.0004	750	4	754	5	764	14
AKS01.12	778	3230	9.20	0.1081	0.0008	0.9591	0.0083	0.0644	0.0004	662	5	683	6	753	15
AKS01.13	534	2578	6.10	0.1222	0.0008	1.0795	0.0082	0.0640	0.0004	743	5	743	6	743	14
AKS01.14	216	1465	2.03	0.1276	0.0007	1.1393	0.0082	0.0647	0.0005	774	4	772	6	766	15
AKS01.15	662	3799	4.33	0.1188	0.0007	1.0557	0.0069	0.0644	0.0004	724	4	732	5	756	14
AKS01.16	1111	4815	6.22	0.1251	0.0007	1.0984	0.0074	0.0637	0.0004	760	4	753	5	731	15
AKS01.17	574	3741	2.44	0.1228	0.0007	1.0926	0.0076	0.0645	0.0004	746	5	750	5	760	14
AKS01.18	608	3175	4.71	0.1232	0.0007	1.0896	0.0073	0.0642	0.0004	749	4	748	5	747	14
AKS01.19	870	4169	5.38	0.1241	0.0008	1.0969	0.0078	0.0641	0.0004	754	5	752	5	745	14
AKS01.20	627	2988	5.61	0.1260	0.0007	1.1146	0.0135	0.0641	0.0007	765	4	760	9	747	23
AKS01.21	571	3557	3.71	0.1152	0.0007	1.0242	0.0081	0.0645	0.0005	703	4	716	6	757	16
AKS01.22	576	2991	4.32	0.1261	0.0007	1.1447	0.0080	0.0659	0.0005	765	4	775	5	802	15
AKS01.23	505	2657	4.70	0.1248	0.0007	1.1235	0.0078	0.0653	0.0005	758	4	765	5	783	15
AKS01.24	557	2816	6.44	0.1144	0.0006	1.0176	0.0076	0.0645	0.0005	698	4	713	5	758	15
AKS01.25	867	4247	5.08	0.1243	0.0007	1.1150	0.0077	0.0651	0.0005	755	4	761	5	777	15
AKS01.26	571	3222	4.07	0.1168	0.0007	1.0400	0.0070	0.0646	0.0004	712	4	724	5	760	15
AKS01.27	495	2260	7.66	0.1156	0.0007	1.0129	0.0074	0.0635	0.0004	705	4	710	5	727	14
AKS01.28	578	3344	5.58	0.1076	0.0008	0.9562	0.0076	0.0645	0.0004	659	5	681	5	757	14
AKS01.29	589	3118	4.76	0.1214	0.0007	1.0749	0.0073	0.0642	0.0004	738	4	741	5	749	14
AKS01.30	949	5206	4.06	0.1240	0.0007	1.0936	0.0074	0.0640	0.0004	753	4	750	5	741	14
AKS01.31	687	3224	6.77	0.1206	0.0007	1.0560	0.0073	0.0635	0.0004	734	4	732	5	725	15
AKS01.32	310	1850	5.04	0.1099	0.0006	0.9788	0.0065	0.0646	0.0004	672	4	693	5	760	15
AKS01.33	394	2893	1.59	0.1206	0.0007	1.1015	0.0076	0.0662	0.0004	734	4	754	5	813	14

注：表中所列误差均为 1 σ 误差

附表3 AKS02、AKS03 和 AKS04 碎屑锆石 Lu-Hf 数据表

Appendix Table 3 Lu-Hf isotope results of detrital zircon samples AKS02, AKS03 and AKS04

Spot No.	Age (Ma)	$\frac{^{176}\text{Yb}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Lu}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}}$	2s	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}_i}$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(0)$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$	t_{DM} (Ma)	t_{DM}^{C} (Ma)	$f_{\text{Lu/Hf}}$
AKS02-1. 1	823	0.0180	0.0006	0.28218	0.000021	0.28217	-20.9	-3.1	1496	2359	-0.98
AKS02-1. 2	820	0.0253	0.0007	0.28221	0.000025	0.28220	-20.0	-2.3	1462	2283	-0.98
AKS02-1. 3	826	0.0164	0.0004	0.28237	0.000021	0.28236	-14.2	3.8	1228	1749	-0.99
AKS02-1. 4	822	0.0513	0.0014	0.28222	0.000021	0.28220	-19.4	-2.0	1464	2259	-0.96
AKS02-1. 5	827	0.0175	0.0005	0.28229	0.000025	0.28228	-17.1	0.9	1340	2003	-0.99
AKS02-1. 6	832	0.0284	0.0010	0.28222	0.000022	0.28220	-19.5	-1.7	1457	2244	-0.97
AKS02-1. 7	823	0.0369	0.0008	0.28223	0.000026	0.28222	-19.2	-1.5	1436	2214	-0.98
AKS02-1. 8	815	0.0385	0.0009	0.28235	0.000028	0.28234	-14.9	2.6	1273	1851	-0.97
AKS02-1. 9	819	0.0350	0.0009	0.28231	0.000027	0.28229	-16.4	1.1	1333	1982	-0.97
AKS02-1. 10	812	0.0701	0.0021	0.28215	0.000031	0.28212	-21.9	-5.1	1596	2532	-0.94
AKS02-1. 11	820	0.0231	0.0006	0.28224	0.000024	0.28223	-18.9	-1.1	1416	2181	-0.98
AKS02-1. 12	809	0.0600	0.0014	0.28190	0.000028	0.28188	-30.7	-13.6	1914	3280	-0.96
AKS02-1. 13	815	0.0657	0.0015	0.28185	0.000027	0.28183	-32.5	-15.3	1991	3438	-0.95
AKS02-1. 14	813	0.0314	0.0008	0.28209	0.000024	0.28208	-24.2	-6.7	1632	2675	-0.98
AKS02-1. 15	818	0.0769	0.0019	0.28190	0.000027	0.28187	-30.8	-13.9	1949	3309	-0.94
AKS02-1. 16	824	0.0297	0.0007	0.28224	0.000023	0.28223	-18.9	-1.2	1424	2189	-0.98
AKS02-1. 17	823	0.0420	0.0010	0.28230	0.000023	0.28228	-16.8	0.8	1350	2014	-0.97
AKS02-1. 18	818	0.0330	0.0009	0.28220	0.000021	0.28219	-20.1	-2.6	1476	2309	-0.97
AKS02-1. 19	828	0.0477	0.0013	0.28239	0.000023	0.28237	-13.5	4.1	1226	1720	-0.96
AKS02-1. 20	817	0.0533	0.0014	0.28195	0.000023	0.28192	-29.2	-12.0	1859	3145	-0.96
AKS02-1. 21	822	0.0722	0.0021	0.28189	0.000028	0.28185	-31.3	-14.4	1977	3357	-0.94
AKS02-1. 22	822	0.0513	0.0013	0.28236	0.000023	0.28234	-14.6	2.8	1275	1836	-0.96
AKS02-1. 23	815	0.0513	0.0013	0.28194	0.000023	0.28192	-29.3	-12.0	1856	3146	-0.96
AKS02-1. 24	825	0.0329	0.0010	0.28243	0.000020	0.28241	-12.1	5.6	1163	1589	-0.97
AKS02-1. 25	819	0.0156	0.0004	0.28226	0.000022	0.28226	-18.0	-0.2	1376	2096	-0.99
AKS02-1. 26	813	0.0537	0.0014	0.28192	0.000028	0.28190	-30.2	-13.1	1898	3238	-0.96
AKS02-1. 27	808	0.0469	0.0013	0.28200	0.000024	0.28198	-27.2	-10.1	1774	2972	-0.96
AKS02-1. 28	822	0.0254	0.0008	0.28212	0.000019	0.28210	-23.2	-5.5	1593	2574	-0.98
AKS02-1. 29	810	0.0569	0.0015	0.28193	0.000030	0.28191	-29.8	-12.7	1884	3204	-0.95
AKS02-1. 30	827	0.0343	0.0010	0.28220	0.000021	0.28219	-20.1	-2.4	1479	2299	-0.97
AKS02-1. 31	827	0.0345	0.0010	0.28227	0.000019	0.28225	-17.9	-0.2	1392	2104	-0.97
AKS02-1. 32	836	0.0356	0.0010	0.28214	0.000023	0.28212	-22.4	-4.5	1571	2497	-0.97
AKS02-1. 33	813	0.0573	0.0017	0.28200	0.000025	0.28198	-27.2	-10.2	1790	2982	-0.95
AKS02-1. 34	808	0.0998	0.0026	0.28204	0.000025	0.28200	-25.8	-9.4	1779	2910	-0.92
AKS02-1. 35	828	0.0123	0.0004	0.28217	0.000020	0.28217	-21.2	-3.1	1499	2367	-0.99
AKS02-1. 36	827	0.0472	0.0017	0.28227	0.000024	0.28224	-17.8	-0.5	1416	2133	-0.95
AKS02-1. 37	814	0.0456	0.0015	0.28229	0.000021	0.28227	-17.0	0.2	1375	2065	-0.96
AKS02-1. 38	805	0.0611	0.0017	0.28191	0.000023	0.28189	-30.4	-13.5	1916	3273	-0.95
AKS02-1. 39	804	0.0300	0.0008	0.28198	0.000022	0.28197	-28.0	-10.7	1780	3024	-0.98
AKS02-1. 40	1924	0.0139	0.0003	0.28133	0.000024	0.28132	-51.0	-8.6	2638	3567	-0.99
AKS02-1. 41	1991	0.0073	0.0001	0.28145	0.000034	0.28144	-46.9	-2.7	2470	3099	-1.00
AKS02-1. 42	806	0.0297	0.0007	0.28184	0.000042	0.28183	-33.1	-15.7	1974	3468	-0.98
AKS02-1. 43	1964	0.0342	0.0007	0.28157	0.000037	0.28155	-42.4	0.6	2330	2799	-0.98
AKS03-1. 1	811	0.0335	0.0011	0.28219	0.000026	0.28217	-20.7	-3.4	1508	2382	-0.97
AKS03-1. 2	1935	0.0244	0.0007	0.28146	0.000024	0.28144	-46.3	-4.1	2482	3182	-0.98
AKS03-1. 3	808	0.0803	0.0020	0.28225	0.000036	0.28222	-18.5	-1.7	1454	2230	-0.94
AKS03-1. 4	821	0.0325	0.0011	0.28197	0.000028	0.28195	-28.5	-11.0	1813	3059	-0.97
AKS03-1. 5	806	0.0409	0.0014	0.28219	0.000034	0.28217	-20.5	-3.5	1513	2387	-0.96

续附表 3

Continued Appendix Table 3

Spot No.	Age (Ma)	$\frac{^{176}\text{Yb}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Lu}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}}$	2s	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}_i}$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(0)$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$	t_{DM} (Ma)	t_{DM}^{C} (Ma)	$f_{\text{La/Hf}}$
AKS03-1. 6	812	0.0374	0.0010	0.28195	0.000032	0.28194	-29.0	-11.6	1827	3108	-0.97
AKS03-1. 7	819	0.0166	0.0005	0.28194	0.000029	0.28193	-29.5	-11.7	1823	3120	-0.99
AKS03-1. 8	813	0.0520	0.0015	0.28195	0.000033	0.28193	-29.1	-12.0	1856	3139	-0.96
AKS03-1. 9	815	0.0358	0.0010	0.28187	0.000029	0.28186	-31.8	-14.4	1941	3359	-0.97
AKS03-1. 10	811	0.0247	0.0007	0.28212	0.000029	0.28211	-23.0	-5.5	1583	2567	-0.98
AKS03-1. 11	819	0.0482	0.0015	0.28241	0.000028	0.28239	-12.8	4.4	1209	1689	-0.95
AKS03-1. 12	825	0.0746	0.0020	0.28188	0.000042	0.28184	-31.7	-14.6	1989	3383	-0.94
AKS03-1. 13	825	0.0095	0.0003	0.28214	0.000027	0.28214	-22.3	-4.3	1538	2467	-0.99
AKS03-1. 14	1939	0.0253	0.0007	0.28138	0.000030	0.28136	-49.2	-6.9	2593	3430	-0.98
AKS03-1. 15	823	0.0291	0.0008	0.28188	0.000030	0.28186	-31.7	-13.9	1923	3322	-0.98
AKS03-1. 16	809	0.0287	0.0007	0.28182	0.000026	0.28180	-33.8	-16.4	2005	3531	-0.98
AKS03-1. 17	824	0.0570	0.0017	0.28238	0.000029	0.28235	-13.9	3.3	1259	1789	-0.95
AKS03-1. 18	823	0.0434	0.0013	0.28181	0.000032	0.28179	-34.0	-16.6	2040	3553	-0.96
AKS03-1. 19	817	0.0252	0.0007	0.28225	0.000023	0.28224	-18.4	-0.8	1403	2150	-0.98
AKS03-1. 20	819	0.0229	0.0007	0.28208	0.000028	0.28207	-24.4	-6.7	1633	2675	-0.98
AKS03-1. 21	833	0.0383	0.0012	0.28217	0.000035	0.28216	-21.1	-3.4	1528	2396	-0.96
AKS03-1. 22	820	0.0177	0.0005	0.28230	0.000030	0.28230	-16.5	1.3	1320	1967	-0.99
AKS03-1. 23	822	0.0167	0.0005	0.28220	0.000024	0.28220	-20.1	-2.3	1462	2286	-0.98
AKS03-1. 24	822	0.0372	0.0012	0.28221	0.000028	0.28219	-20.0	-2.5	1484	2310	-0.96
AKS03-1. 25	813	0.0214	0.0007	0.28213	0.000025	0.28212	-22.6	-5.0	1566	2526	-0.98
AKS03-1. 26	820	0.0175	0.0006	0.28212	0.000021	0.28211	-22.9	-5.2	1574	2541	-0.98
AKS03-1. 27	810	0.0550	0.0017	0.28190	0.000029	0.28187	-31.0	-14.0	1941	3321	-0.95
AKS03-1. 28	815	0.0742	0.0024	0.28207	0.000039	0.28203	-24.8	-8.2	1730	2805	-0.93
AKS03-1. 29	821	0.0112	0.0004	0.28212	0.000022	0.28211	-23.2	-5.3	1576	2556	-0.99
AKS03-1. 30	822	0.0552	0.0020	0.28205	0.000035	0.28202	-25.7	-8.6	1743	2850	-0.94
AKS03-1. 31	820	0.0679	0.0022	0.28230	0.000026	0.28227	-16.6	0.3	1384	2055	-0.93
AKS03-1. 32	825	0.0406	0.0011	0.28219	0.000025	0.28217	-20.7	-3.1	1506	2359	-0.97
AKS03-1. 33	821	0.0271	0.0009	0.28239	0.000024	0.28237	-13.6	4.1	1218	1721	-0.97
AKS03-1. 34	828	0.0371	0.0013	0.28224	0.000032	0.28222	-19.0	-1.4	1446	2215	-0.96
AKS03-1. 35	827	0.0492	0.0015	0.28221	0.000024	0.28218	-20.0	-2.6	1493	2315	-0.96
AKS03-1. 36	806	0.0638	0.0019	0.28232	0.000023	0.28229	-15.9	0.9	1345	1996	-0.94
AKS03-1. 37	814	0.0951	0.0032	0.28179	0.000031	0.28174	-34.7	-18.5	2180	3719	-0.90
AKS03-1. 38	813	0.0413	0.0011	0.28218	0.000028	0.28216	-21.0	-3.7	1519	2405	-0.97
AKS03-1. 39	816	0.0520	0.0014	0.28223	0.000025	0.28221	-19.1	-1.8	1453	2241	-0.96
AKS03-1. 40	822	0.0666	0.0020	0.28178	0.000026	0.28174	-35.2	-18.2	2130	3697	-0.94
AKS03-1. 41	801	0.0896	0.0027	0.28193	0.000026	0.28189	-29.6	-13.4	1938	3258	-0.92
AKS03-1. 42	823	0.0197	0.0005	0.28228	0.000024	0.28227	-17.5	0.4	1361	2053	-0.98
AKS03-1. 43	827	0.0688	0.0018	0.28221	0.000026	0.28218	-20.0	-2.7	1508	2332	-0.94
AKS03-1. 44	795	0.0508	0.0014	0.28227	0.000027	0.28225	-17.6	-0.8	1395	2138	-0.96
AKS03-1. 45	1978	0.0255	0.0007	0.28147	0.000032	0.28145	-45.9	-2.7	2466	3091	-0.98
AKS03-1. 46	813	0.1142	0.0033	0.28241	0.000042	0.28236	-13.0	3.2	1274	1791	-0.90
AKS03-1. 47	810	0.0333	0.0009	0.28186	0.000028	0.28184	-32.3	-15.0	1954	3402	-0.97
AKS03-1. 48	816	0.0637	0.0019	0.28234	0.000030	0.28231	-15.4	1.6	1323	1936	-0.94
AKS03-1. 49	795	0.0144	0.0004	0.28215	0.000025	0.28214	-22.0	-4.7	1531	2484	-0.99
AKS04-1. 1	817	0.0385	0.0010	0.28232	0.000028	0.28231	-15.9	1.6	1313	1938	-0.97
AKS04-1. 2	819	0.0127	0.0003	0.28217	0.000039	0.28217	-21.2	-3.3	1497	2380	-0.99
AKS04-1. 3	817	0.0346	0.0006	0.28249	0.000101	0.28248	-10.1	7.6	1073	1401	-0.98
AKS04-1. 4	817	0.0527	0.0014	0.28197	0.000042	0.28194	-28.5	-11.3	1830	3080	-0.96

续附表 3

Continued Appendix Table 3

Spot No.	Age (Ma)	$\frac{^{176}\text{Yb}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Lu}}{^{177}\text{Hf}}$	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}}$	2s	$\frac{^{176}\text{Hf}}{^{177}\text{Hf}_i}$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(0)$	$\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$	t_{DM} (Ma)	t_{DM}^{C} (Ma)	$f_{\text{La/Hf}}$
AKS04-1. 5	816	0.0541	0.0013	0.28190	0.000040	0.28188	-30.8	-13.5	1913	3276	-0.96
AKS04-1. 6	812	0.0377	0.0009	0.28232	0.000027	0.28231	-16.0	1.5	1313	1947	-0.97
AKS04-1. 7	818	0.0374	0.0010	0.28184	0.000029	0.28182	-33.1	-15.6	1988	3465	-0.97
AKS04-1. 8	818	0.0261	0.0006	0.28233	0.000030	0.28232	-15.5	2.2	1285	1885	-0.98
AKS04-1. 9	814	0.0286	0.0006	0.28225	0.000037	0.28224	-18.4	-0.8	1400	2151	-0.98
AKS04-1. 10	809	0.0678	0.0016	0.28201	0.000027	0.28199	-26.9	-9.9	1772	2953	-0.95
AKS04-1. 11	812	0.0493	0.0012	0.28180	0.000022	0.28178	-34.5	-17.3	2055	3608	-0.96
AKS04-1. 12	804	0.0465	0.0011	0.28192	0.000023	0.28190	-30.2	-13.0	1879	3229	-0.97
AKS04-1. 13	806	0.0571	0.0013	0.28177	0.000019	0.28175	-35.6	-18.6	2105	3717	-0.96
AKS04-1. 14	817	0.0324	0.0009	0.28179	0.000021	0.28177	-34.9	-17.3	2051	3616	-0.97
AKS04-1. 15	802	0.0512	0.0013	0.28193	0.000023	0.28191	-29.9	-12.9	1878	3218	-0.96
AKS04-1. 16	1926	0.0229	0.0005	0.28146	0.000016	0.28144	-46.5	-4.3	2482	3198	-0.98
AKS04-1. 17	828	0.0080	0.0003	0.28220	0.000020	0.28219	-20.3	-2.2	1463	2288	-0.99
AKS04-1. 18	835	0.0335	0.0010	0.28236	0.000021	0.28235	-14.5	3.4	1259	1793	-0.97
AKS04-1. 19	818	0.0281	0.0008	0.28228	0.000015	0.28227	-17.3	0.3	1362	2053	-0.97
AKS04-1. 20	811	0.0171	0.0005	0.28219	0.000016	0.28219	-20.4	-2.8	1474	2328	-0.98
AKS04-1. 21	811	0.0317	0.0009	0.28194	0.000019	0.28192	-29.6	-12.1	1844	3155	-0.97
AKS04-1. 22	814	0.0300	0.0009	0.28215	0.000015	0.28214	-22.0	-4.6	1551	2484	-0.97
AKS04-1. 23	811	0.0455	0.0012	0.28224	0.000018	0.28222	-18.7	-1.5	1434	2209	-0.96
AKS04-1. 24	817	0.0407	0.0014	0.28230	0.000028	0.28227	-16.8	0.4	1365	2042	-0.96
AKS04-1. 25	814	0.0582	0.0017	0.28237	0.000017	0.28234	-14.4	2.7	1277	1840	-0.95
AKS04-1. 26	814	0.0148	0.0004	0.28230	0.000017	0.28229	-16.7	1.0	1325	1988	-0.99
AKS04-1. 27	815	0.0508	0.0014	0.28190	0.000020	0.28188	-30.8	-13.7	1923	3290	-0.96
AKS04-1. 28	814	0.0376	0.0010	0.28224	0.000020	0.28223	-18.7	-1.3	1425	2193	-0.97
AKS04-1. 29	829	0.0105	0.0003	0.28235	0.000018	0.28234	-15.0	3.2	1254	1807	-0.99
AKS04-1. 30	820	0.0291	0.0009	0.28232	0.000020	0.28231	-15.9	1.7	1311	1931	-0.97
AKS04-1. 31	818	0.0313	0.0009	0.28189	0.000020	0.28188	-31.2	-13.6	1907	3289	-0.97
AKS04-1. 32	825	0.0509	0.0014	0.28248	0.000023	0.28246	-10.3	7.2	1103	1445	-0.96
AKS04-1. 33	821	0.0151	0.0005	0.28179	0.000017	0.28178	-34.8	-17.0	2029	3587	-0.99
AKS04-1. 34	822	0.0234	0.0007	0.28221	0.000020	0.28220	-19.8	-2.1	1458	2270	-0.98
AKS04-1. 35	818	0.0193	0.0006	0.28226	0.000019	0.28225	-18.0	-0.3	1383	2108	-0.98
AKS04-1. 36	812	0.0589	0.0017	0.28193	0.000017	0.28190	-29.9	-12.9	1896	3219	-0.95
AKS04-1. 37	814	0.0521	0.0017	0.28243	0.000016	0.28240	-12.1	5.0	1184	1635	-0.95
AKS04-1. 38	827	0.0275	0.0008	0.28229	0.000017	0.28228	-17.0	0.8	1350	2017	-0.98
AKS04-1. 39	1908	0.0132	0.0003	0.28137	0.000018	0.28135	-49.7	-7.7	2591	3479	-0.99
AKS04-1. 40	1901	0.0097	0.0002	0.28140	0.000017	0.28139	-48.7	-6.6	2545	3385	-0.99
AKS04-1. 41	1987	0.0918	0.0025	0.28129	0.000021	0.28119	-52.5	-11.5	2852	3865	-0.93
AKS04-1. 42	744	0.0799	0.0024	0.28230	0.000022	0.28226	-16.9	-1.7	1405	2181	-0.93
AKS04-1. 43	812	0.1290	0.0035	0.28214	0.000027	0.28209	-22.3	-6.3	1676	2635	-0.90
AKS04-1. 44	1922	0.0198	0.0005	0.28140	0.000019	0.28138	-48.4	-6.3	2554	3368	-0.98
AKS04-1. 45	1896	0.0040	0.0001	0.28152	0.000022	0.28152	-44.2	-2.1	2368	2987	-1.00
AKS04-1. 46	817	0.0500	0.0011	0.28234	0.000020	0.28233	-15.2	2.2	1289	1882	-0.97
AKS04-1. 47	2441	0.0273	0.0007	0.28136	0.000023	0.28133	-49.9	3.6	2624	2857	-0.98
AKS04-1. 48	1899	0.0315	0.0009	0.28190	0.000020	0.28187	-30.9	10.3	1898	1896	-0.97
AKS04-1. 49	787	0.0759	0.0021	0.28221	0.000024	0.28218	-19.8	-3.5	1510	2373	-0.94
AKS04-1. 50	1822	0.01077	0.0004	0.28188	0.000016	0.28187	-31.4	8.8	1890	1979	-0.99
AKS04-1. 51	827	0.00702	0.0002	0.28165	0.000015	0.28165	-39.7	-21.6	2202	3999	-0.99