doi: 10.12029/gc20160406

陈丽丽, 程志国. 内蒙古兴安盟杜尔基地区花岗岩矿物学特征和Hf同位素研究[J]. 中国地质, 2016, 43(4): 1189-1199. Chen Lili, Cheng Zhiguo. Mineralogical and Hf isotope study of the Dorolj granite in Hinggan League, Inner Mongolia[J]. Geology in China, 2016, 43(4): 1189-1199(in Chinese with English abstract).

内蒙古兴安盟杜尔基地区 花岗岩矿物学特征和 Hf 同位素研究

陈丽丽 程志国

(中国地质大学(北京)地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京100083)

提要:杜尔基花岗岩基位于大兴安岭中南段,且处在大兴安岭一个大型多金属矿集区(Au-Ag-Cu-Zn-Sn-Fe)中。 区内岩浆活动复杂,成矿元素多样,其中,杜尔基花岗岩是本地区出露面积较大(约190 km²)的岩体之一。为厘清区 内不同花岗质岩石的源区特征及其与成矿的关系,文章对杜尔基地区花岗岩的主要岩性单元二长花岗岩和正长花 岗岩进行了系统的矿物学和Hf同位素组成研究。结果表明:二长花岗岩的主要矿物为斜长石(32%)、钾长石 (45%)、石英(20%),次要矿物为黑云母、角闪石和辉石等暗色矿物(3%);正长花岗岩的主要组成矿物为石英(10%-15%)、钾长石(60%~70%)和斜长石(30%),次要矿物为黑云母(5%),在这两种花岗岩中均广泛发育条纹长石。黑 云母主要为铁质黑云母和铁叶云母,角闪石为韭闪石和普通角闪石,辉石为普通辉石。矿物学特征均指示杜尔基花 岗岩主要为I型花岗岩。二长花岗岩ε_{Hf}为-1.6~17.6,正长花岗岩_{εHf}为-3.3~12.2。杜尔基花岗岩Hf同位素特征指示 其源区为新生的地壳物质,可能是来自地幔的底侵玄武质岩浆发生重熔的结果。

关 键 词:杜尔基花岗岩;大兴安岭;Hf同位素;矿物学

中图分类号:P588.12⁺¹ 文献标志码:A 文章编号:1000-3657(2016)04-1189-11

Mineralogical and Hf isotope study of the Dorolj granite in Hinggan League, Inner Mongolia

CHEN Li-li, CHENG Zhi-guo

(State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geoscience, Beijing 100083, China)

Abstract: The Doroji granite is located in the southern part of the Da Hinggan Mountains, lying in a polymetallic ore-forming zone (Au-Ag-Cu-Zn-Sn-Fe) of the Da Hinggan Mountains. There are various kinds of magmatic rocks in this area, with multiple metallogenic elements, and Doroji granite is one of the biggest plutons, with an exposed area of about 190 km². To clarify the source of the Doroji granite and the relationship with the mineralization, the authors conducted a systematic study of the mineralogy and Hf

收稿日期:2016-01-11;改回日期:2016-03-22

基金项目:国家国际科技合作专项"中美环太平洋成矿带成矿规律对比与资源评价技术研究"(2011DFA22460),中国地质调查局"老矿 山典型矿床成矿规律总结研究"(12120113086400)资助。

作者简介:陈丽丽,女,1988年生,硕士,地质工程专业;E-mail:08chenlili@163.com。

通讯作者:程志国,男,1987年,博士生,岩浆岩石学专业;E-mail:cugbczg@163.com。

isotopic compositions. Doroji granite is dominated by monzonitic granite and syenogranite. The monzonitic granite is composed of plagioclase (32%), K-feldspar (45%), quartz (20%), with miner biotite, muscovite, amphibole and pyroxene (3%). The syenogranite consists of quartz (10%–15%), K- feldspar (60%–70%), plagioclase (30%) with minor biotite (about 5%). Perthites is well developed in the monzonitic granite and syenogranite. Biotites are mainly ferribiotite and siderophyllite. Amphiboles are mainly kaersuite and hornblende. Pyroxenes are augites. The mineralogy indicates that the Doroji granite belongs to I– type. The ε Hf values of monzonitic granite range from – 1.6 to 17.6, and the ε Hf values of syenogranite range from – 3.3 to 12.2. Hf isotopic compositions of the Doroji granite indicates that the source was the juvenile crust, resulting from the remelting of the depleted basaltic rocks.

Key words: Dorolj granite; Da Hinggan Mountains; Hf isotopes; mineralogy

About the first author: CHEN Li-li, famale, born in 1988, master, majors in geological engineering; E-mail: 08chenlili@163.com. About the corresponding author: CHENG Zhi-guo, male, born in 1987, doctor, majors in igneous petrology; E-mail: cugbczg@ 163.com.

Fund support: Supported by International Scientific and Technological Cooperation Projects for Countries "China and the US Pacific Metallogenic Regularity Comparison and Resource Evaluation Technology" (No. 2011DFA22460) and China Geological Survey Program(No.12120113086400)).

中亚造山带位于西伯利亚克拉通、塔里木一华 北克拉通之间,由众多岩浆弧、微型陆块、洋壳残留 物拼合而成,期间伴随着显著的地壳增生事件^[1-5]。 大兴安岭位于中亚造山带的东段,其中存在着相当 数量的中酸性侵入体,这些花岗质岩石蕴藏着大量 的岩石圈结构、组成和演化的信息^[5-8],可以为研究 中亚造山带的构造演化提供重要约束。杜尔基岩 体出露于大兴安岭中南段,是该地区比较重要的岩 体之一,然而,目前关于该岩体的成因争议依然很 大^[9-10],杜尔基花岗岩是否为典型的I型花岗岩以及 它们的源区特征为何亟待研究,也只有理清这一 点,才能更好对构造背景提供约束。本文报道了杜 尔基花岗岩的矿物学和Hf同位素特征,期望对这一 问题的解决有所帮助。

1 地质背景

内蒙古兴安盟杜尔基花岗岩位于距乌兰浩特 市西南约300 km,大地构造位置上处于古亚洲构造 域和滨西太平洋构造域的叠加部位^[12-13],区内分布 着超过200000 km²华力西期和燕山期中酸性侵入 体,享有"花岗岩海"之称^[14]。杜尔基花岗岩位于大 兴安岭中南段(图1),区内出露的地层主要有二叠



图1 杜尔基地区花岗岩地质简图(据文献[11]修改) Fig.1 Geological sketch map of Dorolj area(modified after reference [11])

http://geochina.cgs.gov.cn 中国地质, 2016, 43(4)

纪大石寨组合林西组片理化凝灰质砂岩,主要分布 在研究区南侧一带,侏罗纪玛尼吐组合满克头鄂博 组凝灰岩分布较广,呈北东-南西向展布在研究区 中,白垩纪梅勒图组安山质凝灰岩和角砾岩主要零 星分布在研究区的西侧。另外,第四系在研究区分 布广泛。以杜尔基镇为中心进行了野外调查,包含 杜尔基镇北部区域、吐列毛杜区域、毛杜营子区域、 新巴彦哈拉区域和杜尔基镇西部区域。野外路线 为孟恩陶勒盖铅矿矿区-杜尔基南-杜尔基北-杜 尔基林场-亚门毛都-毛杜营子-新巴彦哈拉-杜尔 基西。杜尔基地区花岗岩整体发生不同程度的蚀 变,呈黏土化、绿泥石化。在地貌上,杜尔基地区花 岗岩二长花岗岩分布在杜尔基岩体东部,成岩时代 约为130 Ma。二长花岗岩结构从中粗粒二长花岗 岩向中细粒二长花岗岩逐渐过渡,主要组成矿物为 斜长石(32%)、钾长石(45%)、石英(20%),次要矿 物为黑云母、角闪石和辉石等暗色矿物(3%:图 2)。另外,岩石发生一定程度的蚀变,可见少量的 绢云母。正长花岗岩在研究区中部和东部均有分 布,根据前人的成果[79,11],位于中部的正长花岗岩的 年龄为130 Ma,位于东部的正长花岗岩年龄为213 Ma^[10],两个时代的正长花岗岩的结构和构造特征相 似,均具有中粗粒结构,块状构造,主要组成矿物为 石英(10%~15%)、钾长石(60%~70%)和斜长石 (30%),次要矿物为黑云母(约5%),岩石发生轻度的黏土化和云母化。黑云母正长花岗岩主要分布在杜尔基岩体的东南部,江思宏等报道了其成岩时代为154 Ma左右^[9],结构为中细粒结构,矿物组成为石英(15%)、钾长石(50%~60%)和斜长石(15%~20%),黑云母含量较高,约为10%。

2 测试方法

本文对杜尔基花岗岩中的二长花岗岩和正长 花岗岩采取样品,进行了系统的矿物学和Hf同位素 研究。首先将二长花岗岩和正长花岗岩制成标准 的探针片,进行详细的薄片岩石学研究,电子探针 测试在中国地质科学院矿产资源所电子探针实验 室完成。实验条件为加速电压15 kV,电流1×10⁻⁸ A,束斑2~5 µm,分别对花岗岩中的长石、云母、角 闪石和辉石等矿物进行测试,对分析的数据采取 ZAF修正法校正。

锆石 U-Pb 微区 Hf 同位素测定分析在天津地 质矿产研究所同位素实验室完成,在 LA-MC-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年的基础上,进行锆石微区 Hf 同位素进行了分析,利用 193 nm FX 激光器对锆 石进行剥蚀,激光剥蚀的斑束直径为 50 μm,能量密 度为 10~11 J/cm²,频率为 8~10 Hz,激光剥蚀物质以 He 为载气送入 Neptune(LA-MC-ICP-MS)。利用



图2 杜尔基地区二长花岗岩镜下图解 a—二长花岗岩中的角闪石颗粒,单偏光;b—二长花岗岩中的辉石颗粒,正交偏光; Q—石英;Pl—斜长石;Cpx—单斜辉石;Am—角闪石 Fig.2 Microscopic illustration of adamellite from Dorolj area a-Amphibole grains in monzonitic granite, plane-polarized light; b-Pyroxene grains in monzonitic granite, crossed-polarized light; Q-Quartz;Pl-Plagioclase;Cpx-Clinopyroxene;Am-Amphibole

http://geochina.cgs.gov.cn 中国地质, 2016, 43(4)

质

澳大利亚 Macquarie 大学大陆地球化学演化和矿床 成因研究中心(GEMOC)标准锆石 GJ-1(¹⁷⁶Hf/ ¹⁷⁷Hf=0.7325进行指数归一化校正)。详细测试流程 及仪器运行条件等参见文献[15]。

3 测试结果

3.1 矿物学

长石是花岗岩的主要组成矿物,其矿物组成如 表1所示。在二长花岗岩中,长石呈自形半自形板 状,钾长石含量为35%~45%,粒度分布在0.15 mm× 0.08 mm~5 mm×3.5 mm,斜长石含量约为30%~ 35%,粒度变化范围为0.1 mm×0.08 mm~5.2 mm×4 mm,且广泛发育条纹长石,其中钾长石为正长石, 成分变化范围为Ab_{2.19-1475}An_{0.00-0.14}Or_{8523-97.81},斜长石 变化范围为Ab_{88.73-99.71}An_{0.13-1593}Or_{0.07-0.65},多为钠长石 和更长石(图3-a)。在位于杜尔基岩体东部的正长 花岗岩(213 Ma)中,钾长石含量为60%~70%,粒度 在(0.24~5.2) mm×7 mm,其成分变化范围为 Ab_{5.54-624}An_{0.00-1.15}Or_{36.45-94.46}(图3-a),斜长石含量较低, 多作为钠长石与钾长石构成条纹长石,其成分变化 集中在Ab_{97.3-98.23}An_{1.60-2.44}Or_{0.18-2.45}范围内(图3-a)。位 于杜尔基岩体中部的正长花岗岩(130 Ma)中,钾长 石为Na-正长石,斜长石为更长石(图3-a)。

另外,在二长花岗岩中,还含有一定量的暗色 矿物,如云母、角闪石、辉石等。镜下观察显示,黑 云母呈片状分布于长石和石英之间,含量约为2%, 粒度变化范围为0.13 mm×0.15 mm~0.27 mm×0.5 mm,发育一组解理,可见深褐色异常干涉色,测试



图 3 内蒙古杜尔基岩体二长花岗岩和正长花岗岩的矿物学图解 a—长石分类图解;b—云母分类图解(据[16]);c—角闪石分类图解(据[17]);d—辉石分类图解(据[18]) Fig.3 Mineralogical diagrams of the monzonitic granite and syenogranite in Doroji, Inner Mongolia a-The classification of feldspar; b-The classification of biotite (after reference [16]);c-The classification of amphibole (after reference [17]); d-The classification of clinopyroxene (modified after reference [18])

http://geochina.cgs.gov.cn 中国地质, 2016, 43(4)

	V-04-1 TW-04-1 TW-04-3
Pl Pl Pl Pl Kfs Pl Kfs Pl Pl Pl Pl	Kfs Kfs Pl
SiO ₂ 68.78 68.99 68.94 68.28 64.24 68.00 65.21 67.42 67.57 67.68 6	5.13 64.70 67.49
$TiO_2 = 0.00 = 0.01 = 0.00 = 0.01 = 0.06 = 0.04 = 0.00 =$	0.00 0.02 0.00
Al ₂ O ₃ 19.86 19.63 20.93 20.08 17.80 19.35 17.92 21.09 21.16 21.10 1	8.47 18.36 20.58
FeO 0.14 0.16 0.13 0.21 0.00 0.02 0.00 0.03 0.03 0.03 0.03	0.06 0.00 0.06
MgO 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	0.00 0.00 0.01
CaO 0.32 0.32 0.40 0.35 0.00 0.12 0.01 0.24 0.27 0.24 (0.03 0.01 0.10
Na ₂ O 11.05 11.17 10.35 11.03 0.25 11.31 1.05 10.59 10.46 10.42 0	0.83 0.57 10.83
$K_{2}O \qquad 0.07 \qquad 0.02 \qquad 0.11 \qquad 0.07 \qquad 16.78 \qquad 0.06 \qquad 15.3 \qquad 0.01 \qquad 0.03 \qquad 0.02 \qquad 1$	5.13 15.78 0.04
Total 100.22 100.29 100.86 100.02 99.07 98.88 99.54 99.44 99.57 99.50 9	9.65 99.44 99.11
Si 2.99 3.00 2.97 2.98 3.01 3.00 3.02 2.95 2.95 2.96 3	3.00 3.00 2.97
Ti 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	0.00 0.00 0.00
Al 1.02 1.01 1.06 1.03 0.98 1.01 0.98 1.09 1.09 1.09 1	1.00 1.00 1.07
Fe 0.01 0.01 0.00 0.01 0.00 0.00 0.00 0.0	0.00 0.00 0.00
Mn 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	0.00 0.00 0.00
Mg 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	0.00 0.00 0.00
Ca 0.01 0.02 0.02 0.00 0.01 0.00 0.01 0.01	0.00 0.00 0.00
Na 0.95 0.94 0.87 0.95 0.02 0.97 0.09 0.90 0.89 0.88 (0.05 0.92
K 0.00 0.00 0.01 0.00 1.00 0.00 0.90 0.00 0.0	1.89 0.93 0.00
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	1.98 4.99 4.90 7.65 5.18 00.28
AD 96.02 96.51 97.23 97.90 2.19 99.09 9.41 96.72 96.44 96.05 1	1.05 5.16 99.26
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2 21 94 7 9 0 24
TW-04-3 TW-04-3 TW-04-2 TW-04-2 TW-04-2 TW-04-3 TW-04-2 DT04-06 DT04-06 DT04-06 DT	04-06 TW-07-01 TW-07-01
分析项目 ————————————————————————————————————	Kfs Pl Pl
SiO ₂ 68.31 68.79 67.76 67.90 67.08 64.87 65.19 49.35 49.49 64.86 6	5.39 66.82 67.32
$TiO_2 = 0.05 = 0.00 = 0.02 = 0.00 = 0.01 = 0.00 = 0.00 = 0.66 = 0.36 = 0.00 =$	0.00 0.01 0.00
$Al_2O_3 \qquad 19.70 \qquad 19.68 \qquad 21.77 \qquad 19.47 \qquad 21.49 \qquad 18.39 \qquad 18.96 \qquad 35.64 \qquad 36.30 \qquad 18.20 \qquad 10.56 \qquad 10$	8.34 21.03 20.98
FeO 0.00 0.04 0.00 0.07 0.09 0.00 0.01 1.60 1.13 0.01 (0.00 0.13 0.05
MgO 0.00 0.00 0.01 0.01 0.00 0.00 0.86 0.68 0.00 0	0.00 0.00 0.00
CaO 0.04 0.05 0.31 0.03 0.33 0.00 0.01 0.00 0.01 0.00 0	0.00 0.49 0.49
$Na_{2}O \qquad 11.04 \qquad 11.04 \qquad 10.40 \qquad 11.55 \qquad 10.12 \qquad 0.64 \qquad 0.63 \qquad 0.33 \qquad 0.31 \qquad 1.68 \qquad 10.12 \qquad 0.64 \qquad 0.63 \qquad 0.10 \qquad 0.61 $.40 10.74 10.39
K ₂ O 0.05 0.03 0.05 0.03 0.03 15.32 15.07 9.03 8.71 14.77 1	4.39 0.04 0.06
Total 99.19 99.62 100.31 99.05 99.18 99.22 99.87 97.49 97.00 99.51 9	9.52 99.27 99.28
Si 3.00 3.00 2.94 2.99 2.94 3.01 2.99 2.30 2.31 3.00 3	3 01 2 94 2 95
$T_{1} \qquad 0.00 \qquad 0.02 \qquad 0.01 \qquad 0.00 \qquad$	
Al 1.02 1.01 1.11 1.01 1.11 1.00 1.03 1.96 2.00 0.99 1	0.00 0.00 0.00
Fe 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	0.00 0.00 0.00 0.00 1.09 1.08 1.08 1.08
	1.01 1.05 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00
Mn 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.	1.01 1.05 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Mn 0.00 0	1.01 1.05 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Mn 0.00 0	1.01 1.05 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Mn 0.00 0	1.01 2.01 2.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.02 0.12 0.92 0.88
Mn 0.00 0	1.01 1.01 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.02 0.12 0.92 0.88 0.84 0.00 0.00
Mn 0.00 0	1.01 1.05 1.05 0.00 0.00 0.00 1.00 1.09 1.08 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.02 0.02 0.12 0.92 0.88 0.84 0.00 0.00 4.98 4.95 2.20
Mn 0.00 0	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

表1杜尔基地区花岗岩长石电子探针数据(%) Table 1 Major element analyses of the feldspar in the Doroji granites(%)

1++++

												绥衣Ⅰ
分析	TW07-2	TW07-2	TW07-2	TW-05-2	TW-05-2	TW-05-3	TW-05-3	TW-05-3	TW-05-3	TW-05-3	TW06-3	TW06-3
项目	Pl	Pl	Kfs	Pl	Kfs	Kfs	Kfs	Pl	Kfs	Pl	Pl	Kfs
SiO ₂	64.08	65.05	65.19	68.23	65.27	64.97	64.40	67.79	64.50	67.05	63.41	65.84
TiO_2	0.02	0.03	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00
Al_2O_3	21.80	21.48	17.97	20.64	18.17	18.03	17.96	21.19	17.91	19.95	22.49	18.71
FeO	0.11	0.18	0.03	0.06	0.03	0.05	0.02	0.00	0.06	0.00	0.24	0.05
MgO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	3.49	2.94	0.01	0.32	0.00	0.00	0.00	0.45	0.01	0.23	4.26	0.01
Na ₂ O	10.14	10.50	0.92	10.94	0.68	0.62	0.64	9.84	0.94	6.76	9.16	3.70
K_2O	0.06	0.08	15.79	0.03	16.14	16.09	16.03	0.04	15.79	6.01	0.19	11.71
Total	99.71	100.28	99.91	100.25	100.33	99.78	99.08	99.34	99.22	100.05	99.79	100.03
Si	2.84	2.86	3.01	2.97	3.01	3.01	3.01	2.96	3.00	2.98	2.81	3.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	1.14	1.11	0.98	1.06	0.99	0.98	0.99	1.09	0.98	1.04	1.18	1.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.17	0.14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.20	0.00
Na	0.87	0.90	0.08	0.92	0.06	0.06	0.06	0.83	0.08	0.58	0.79	0.33
Κ	0.00	0.00	0.93	0.00	0.95	0.95	0.95	0.00	0.94	0.34	0.01	0.68
Total	5.03	5.03	5.00	4.97	5.00	5.00	5.01	4.91	5.01	4.96	5.00	5.01
Ab	83.73	86.20	8.13	98.23	6.05	5.54	5.72	97.30	8.28	62.40	78.70	32.41
An	15.93	13.35	0.03	1.60	0.00	0.00	0.00	2.44	0.03	1.15	20.22	0.06
Or	0.34	0.45	91.84	0.18	93.95	94 46	94.28	0.25	91.69	36.45	1.09	67.52

结果显示黑云母多为铁质黑云母和铁叶云母(表2, 图3-b)。另外,角闪石和辉石作为粒间矿物出现, 角闪石主要是韭闪石和普通角闪石(表3,图3-c), 辉石为普通辉石(表3,图3-d)。

3.2 Hf同位素

杜尔基花岗岩中的锆石呈短柱状、长柱状双锥 自形晶,颗粒较大,长度为90~200 μm,CL图像具有 明显的振荡环带,呈现出岩浆锆石的典型特征。本 次研究分别对二长花岗岩、正长花岗岩进行了Hf同 位素分析,结果见表4。对已完成U-Pb测年的32 颗二长花岗岩(U-Pb年龄为131 Ma^[10])中锆石的Hf 同位素分析得出,¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf比值变化范围为 0.282648~0.283189,平均值为0.282908,ε_H(t)范围 为-1.6~17.6,平均值为7.68,二阶段亏损地幔模式 年龄(*T*_{DM2})变化范围为581~1290 Ma。位于杜尔基 岩体东部的正长花岗岩样品(U-Pb年龄为213 Ma^[10])中,27个锆石测点¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf比值为0.282737~ 0.282989,平均值为0.282926,ε_H(*t*)范围为3.3~12.2, 平均值为10.11,二阶段亏损地幔模式年龄(*T*_{DM2})变 化范围 497~1037 Ma。另外,对一颗 U-Pb 年龄为 448 Ma 的锆石的测试结果显示,初始¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf偏小 (0.282390),ε_H(t)值为-3.8。位于杜尔基岩体中部的 正长花岗岩样品(U-Pb 年龄为130 Ma^[10])中的锆石 测点¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 比值为0.282844~0.282970,平均值为 0.282910,ε_H(t)范围为5.4~9.8,平均值为7.82,二阶段 亏损地幔模式年龄(*T*_{DM2})变化范围 557~842 Ma。

4 讨 论

4.1 矿物学对杜尔基花岗岩源区的指示

花岗岩的矿物学特征可以成为区分其类型的 重要标志之一。不同类型的花岗岩往往会呈现出 不同的矿物学组合,比如,S型花岗岩以出现过铝的 矿物(白云母、铁铝榴石、堇青石等)为特征,A型花 岗岩常出现富钠的角闪石和辉石,而I型花岗岩中 普遍含有角闪石。根据本文的测试结果,二长花岗 岩中并没有发现铁铝榴石等过铝矿物,暗色矿物主 要为黑云母、角闪石和辉石,而且角闪石和辉石均 不是富钠的变种,矿物学总体呈现出一个I型花岗

	Table		ciciliciti a	naryses 0		te in the	Doroji gi	annes	,0,		
分析项目	TW-03-1	TW-03-1	TW-03-1	TW-03-1	TW-03-2	TW07-2	TW07-2	TW07-2	TW-01-2	TW-07-01	TW-07-01
SiO ₂	46.52	47.49	46.99	48.64	36.54	31.63	34.84	35.83	30.19	36.69	36.53
TiO_2	0.23	0.26	0.33	0.10	4.19	0.99	2.50	2.12	0.06	1.92	1.76
Al_2O_3	29.85	30.02	30.64	32.54	15.72	13.77	13.05	12.67	18.88	11.89	12.05
FeO	7.18	7.35	6.08	4.90	15.83	34.95	31.73	30.60	29.41	31.01	30.47
MnO	0.40	0.51	0.28	0.17	0.11	0.47	0.59	0.63	0.37	0.81	0.72
MgO	0.60	0.67	0.69	0.56	12.85	5.66	3.57	4.14	5.02	4.81	4.73
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Na ₂ O	0.30	0.22	0.35	0.37	0.68	0.11	0.16	0.05	0.10	0.08	0.03
K ₂ O	9.24	8.52	9.34	8.35	7.96	4.56	9.01	9.35	0.50	9.25	9.29
Total	96.13	96.53	95.65	96.39	94.55	92.28	95.89	95.79	84.57	97.77	96.52
Si	3.15	3.18	3.18	3.21	2.75	2.67	2.83	2.90	2.62	2.91	2.92
\mathbf{Al}^N	0.85	0.82	0.82	0.79	1.25	1.33	1.17	1.10	1.38	1.09	1.08
$\mathrm{Al}^{\mathrm{VI}}$	1.53	1.56	1.62	1.73	0.14	0.04	0.08	0.10	0.55	0.02	0.06
Ti	0.01	0.01	0.02	0.00	0.24	0.06	0.15	0.13	0.00	0.11	0.11
Fe ³⁺	0.41	0.41	0.34	0.27	0.33	0.17	0.18	0.18	0.55	0.25	0.23
Fe ²⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	2.30	1.98	1.89	1.58	1.81	1.81
Mn	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05
Mg	0.06	0.07	0.07	0.05	1.44	0.71	0.43	0.50	0.65	0.57	0.56
Са	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.03	0.05	0.05	0.10	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00
Κ	0.80	0.73	0.81	0.70	0.76	0.49	0.93	0.96	0.06	0.93	0.95
Total	6.87	6.84	6.91	6.82	7.67	7.83	7.82	7.82	7.45	7.75	7.77
MF	0.12	0.13	0.16	0.16	0.59	0.22	0.16	0.19	0.23	0.21	0.21
Al ^{VI} +Fe ³⁺ +Ti	1.95	1.98	1.98	2.01	0.70	0.28	0.41	0.42	1.11	0.38	0.39
Fe ²⁺ +Mn	0.02	0.03	0.02	0.01	0.68	2.33	2.02	1.93	1.61	1.86	1.86
Ti/(Mg+Fe+Ti+Mn)	0.02	0.02	0.04	0.01	0.09	0.02	0.05	0.05	0.00	0.04	0.04
Al/(Al+Mg+Fe+Ti+Mn+Si)	0.39	0.39	0.40	0.42	0.20	0.19	0.18	0.18	0.26	0.16	0.17

表2杜尔基地区花岗岩黑云母电子探针数据(%) Table 2 Major element analyses of the biotite in the Doroii granites(%)

岩的特征,指示其源区仍以火成岩为主。

4.2 Hf同位素对杜尔基花岗岩源区的制约

Zr和Hf具有相似的地球化学性质,二者可以通 过类质同象存在于锆石中,锆石中可以含有1%~2% 的HfO₂,同时具有极低的Lu/Hf比值(<0.002)^[19-20], 锆石形成后的Hf同位素受放射性同位素¹⁷⁶Lu衰变 而形成的¹⁷⁶Hf影响较小。另外,锆石具有很高的Hf 同位素封闭温度,有能力保留锆石的初始Hf同位素 特征。因此,锆石Hf同位素常常作为研究岩石成因 的有效手段^[21-22],最新的研究表明,锆石 Hf同位素 对示踪花岗岩源区有着重要意义^[23-26],如果花岗质 岩石具有正的ε_H(t)值,则被认为它们可能是起源于 亏损地幔或者是新生地壳部分熔融的产物,若呈现 出负的ε_{in}(t)值,则说明花岗质岩石可能起源于古老 地壳的重融^[7,27]。杜尔基花岗岩中的二长花岗岩的 ε_{in}(t)值变化范围为-1.6~17.6,213 Ma的正长花岗岩 的ε_{in}(t)范围为3.3~12.2,130 Ma正长花岗岩的ε_{in}(t) 范围为5.4~9.8(图4-a),由此可见,杜尔基地区花岗 岩的Hf同位素特征以ε_{in}(t)正值为特征,说明岩浆源 区是以新生的地壳物质为主。通过数据统计显示,它 们的初始¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf值集中分布在0.2829附近,ε_{in}(t) 值亦相互重叠(图4-b),二阶段模式年龄分布在 500~800 Ma,指示杜尔基花岗岩中各岩性单元可能 来自于同一个源区。杜尔基地区花岗岩位于以NE

质

表3杜尔基地	<u>v</u> z	花岗岩	岩角闪	石电	电子探	针数据(%)
Table 3 Major	ele	ment	analys	ses o	of the	amphibole in

表4杜尔基地区花岗岩辉石电子探针数据(%)

 Table 4 Major element analyses of the feldspar in the Doroji

 granites(%)

the	Doroji granite	es(%)
八七百日	TW-03-2	TW-03-2
万忉坝日	二长花岗岩	二长花岗岩
SiO ₂	40.92	41.92
TiO ₂	1.98	2.62
Al_2O_3	13.32	10.65
FeO	11.72	13.69
MnO	0.09	0.17
MgO	13.05	12.08
CaO	10.74	10.66
Na ₂ O	2.44	2.33
K_2O	0.13	0.15
F	0.19	0.44
Cl	0.01	0.02
Total	94.59	94.72
Si	6.19	6.40
Al	1.81	1.60
Al^{v_1}	0.57	0.31
Ti	0.23	0.30
Fe ³⁺	0.28	0.41
Fe ²⁺	1.20	1.34
Mn	0.01	0.02
Mg	2.95	2.75
Са	1.74	1.74
Na	0.72	0.69
K	0.03	0.03
Total	15.72	15.59
Si _T *	6.19	6.40
Al_T	1.81	1.60
$Al_{\mathcal{L}}$	0.57	0.31
Fe ³⁺ C	0.28	0.41
Ti _C	0.23	0.30
Mg _C	2.95	2.75
Fe ²⁺ ₂ C	0.98	1.23
Fe ²⁺ B	0.22	0.11
Mn _B	0.01	0.02
Са _в	1.74	1.74
Na _B	0.02	0.12
Ca _A	0.00	0.00
Na _A	0.69	0.56
Ka	0.03	0.03

走向为主的岩浆带中,呈现出I型花岗岩的特征,因 此为地幔岩浆-热作用与地壳物质重熔的产物。

	8			
八七百日	TW-03-2	TW-03-2		
分析坝目	二长花岗岩	二长花岗岩		
SiO ₂	51.91	51.94		
TiO ₂	0.50	0.37		
Al_2O_3	2.06	1.89		
Cr_2O_3	0.04	0.02		
FeO	10.31	10.47		
MnO	0.20	0.35		
MgO	13.59	13.55		
CaO	19.90	20.28		
Na_2O	0.40	0.35		
K ₂ O	0.00	0.00		
Total	98.86	99.20 1.96		
Si	1.96			
$Al^{(iv)}$	0.04	0.04		
$Al^{(vi)}$	0.05	0.04		
Ti	0.01	0.01		
Cr	0.00	0.00		
Fe ³⁺	0.00	0.00		
Fe ²⁺	0.33	0.33		
Mn	0.01	0.01		
Mg	0.76	0.76		
Ca	0.80	0.82		
Na	0.03	0.03		
K	0.00	0.00		
Wo	41.69	42.06		
En	39.62	39.11		
Fs	17.20	17.52		
Ac	1.50	1.31		

5 结 论

本文对杜尔基地区花岗岩中的主要岩性单元 二长花岗岩和正长花岗岩做了系统的矿物学和Hf 同位素研究。两种花岗岩均广泛发育条纹长石,二 长花岗岩中的暗色矿物主要是黑云母、角闪石和辉 石,而且不是碱性变种,指示其为I型花岗岩的矿物 学特征。另外,结合锆石Hf同位素研究,表明起源





http://geochina.cgs.gov.cn 中国地质, 2016, 43(4)

表5杜尔基地区花岗岩 Hf 同位素数据 Table 5 Hf isotopic compositions of the Doroji granites

二长花岗岩	Age /Ma	¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	2σ	ε _{нf} (0)	$\epsilon_{\rm Hf}(t)$	7 _{рм1} /Ма	7рмр/Ма	fi whit
TW.03.1.1	131	0.11	0.0024	0.282913	0.000023	5	7.6	500	698	-0.9274
TW.03.1.3	131	0.0594	0.0008	0.282922	0.000031	5.3	8.1	465	668	-0.9769
TW.03.1.4	132	0.2283	0.0011	0.282822	0.000032	1.8	4.6	611	896	-0.9681
TW.03.1.5	132	0.1013	0.0005	0.282904	0.000027	4.7	7.5	487	706	-0.9842
TW.03.1.6	131	0.1265	0.0007	0.282897	0.000032	4.4	7.2	499	724	-0.9803
TW.03.1.7	132	0.1712	0.0013	0.282648	0.000043	-4.4	-1.6	863	1290	-0.9607
TW.03.1.8	132	0.1848	0.0004	0.282685	0.000049	-3.1	-0.2	790	1201	-0.9878
TW.03.1.9	132	0.1229	0.0027	0.282929	0.000021	5.6	8.2	479	662	-0.9191
TW.03.1.10	163	0.0637	0.0006	0.282903	0.000034	4.6	8.1	489	690	-0.9832
TW.03.1.12	132	0.0662	0.0003	0.282959	0.000039	6.6	9.5	408	581	-0.9916
TW.03.1.14	132	0.1078	0.0007	0.283189	0.000056	14.8	17.6	410	590	-0.9776
TW.03.1.16	131	0.1949	0.0041	0.282923	0.000036	5.3	7.9	509	684	-0.8757
TW.03.1.17	131	0.097	0.0004	0.282928	0.000023	5.5	8.4	452	652	-0.9868
TW.03.1.18	132	0.1544	0.0007	0.282918	0.000034	5.1	8	4/1	677	-0.9778
TW.03.1.19	131	0.0937	0.0006	0.282939	0.000031	5.9	8.7	440	629	-0.981
TW 02 1 21	131	0.0805	0.0003	0.282844	0.000033	2.5	2.4	308	843 620	-0.9908
TW 02 1 22	140	0.2180	0.0016	0.282937	0.000043	J.0 4 D	6.9	430 540	752	-0.9433
TW 03 1 23	131	0.0908	0.0030	0.282892	0.000024	4.2	80	134	620	-0.0901
TW 03 1 24	225	0.1201	0.0005	0.282942	0.00003	37	8.5	531	714	-0.9688
TW 03 1 25	132	0.1201	0.0014	0.282877	0.000021	37	6.5	537	774	-0.9586
TW.03 1 26	131	0.1081	0.0004	0.282945	0.000021	6.1	9	428	613	-0.9883
TW 03.1.28	131	0.1044	0.001	0.282853	0.000037	2.9	5.6	566	826	-0.9695
TW.03.1.31	132	0.0967	0.0019	0.282932	0.000031	5.6	8.4	466	652	-0.9416
TW.03.1.32	132	0.1993	0.0008	0.282923	0.000036	5.3	8.2	464	666	-0.9759
TW.03.1.34	131	0.1306	0.0004	0.282923	0.000029	5.3	8.2	459	663	-0.9874
TW.03.1.36	131	0.1719	0.0061	0.282942	0.000031	6	8.4	509	653	-0.817
TW.03.1.37	131	0.1338	0.0016	0.282921	0.000032	5.3	8	477	675	-0.9505
TW.03.1.39	132	0.1833	0.0006	0.282941	0.00003	6	8.8	435	622	-0.982
TW.03.1.40	131	0.1197	0.0004	0.28295	0.000029	6.3	9.2	421	601	-0.9867
TW 03 1 43	130	0 1767	0.0033	0.282935	0.000027	5.8	8.3	478	652	-0.9011
1 W.05.1.45		011701								
TW.03.1.47	134	0.1897	0.0004	0.282945	0.000035	6.1	9	428	611	-0.9886
TW.03.1.47 TW.03.1.47 正长花岗岩	134 Age /Ma	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	0.282945	0.000035 2 σ	6.1 ε hf (0)	9 ε Hf(t)	428 T _{DMI} /Ma	611 T _{DM2} /Ma	-0.9886 f _{Lu/Hf}
TW.03.1.47 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2	134 Age /Ma 213	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011	0.282945 ¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988	0.000035 2 σ 0.000024	6.1 ε _{Hf} (0) 7.7	9 ε _{Hf} (t) 12.2	428 <i>T</i> _{DMI} /Ma 375	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470	-0.9886 <u>f_Lu/Hf</u> -0.966
TW.05.1.47 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3	134 Age /Ma 213 213	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0011	0.282945 ¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.28293 0.28293	$ \begin{array}{r} 0.000035 \\ \hline 2 \sigma \\ 0.000024 \\ 0.000028 \\ 0.000026 \\ \hline \end{array} $	6.1 ε _{Hf} (0) 7.7 5.6	9 ε _{Hf} (t) 12.2 10.1	428 <i>T</i> _{DM1} /Ma 375 458	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603	-0.9886 <u>f_Lu/Hf</u> -0.966 -0.967
TW.05.1.47 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5	134 Age /Ma 213 213 218 218	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.051	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0011 0.0006 0.0002	0.282945 ¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.28293 0.282955 0.282955	$ \begin{array}{r} 0.000035 \\ \hline 2 \sigma \\ 0.000024 \\ 0.000028 \\ 0.000026 \\ 0.000026 \\ \hline 0.000025 \\ \hline \end{array} $	6.1 ε _{Hf} (0) 7.7 5.6 6.5 5.2	9 ε _{Hf} (t) 12.2 10.1 11.2	428 <i>T</i> _{DM1} /Ma 375 458 416 416	611 <u>T_{DM2}/Ma</u> 470 603 538 538	-0.9886 <u>flu/Hf</u> -0.966 -0.967 -0.9805
TW.03.1.47 <u>正长花岗岩</u> TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.10	134 Age /Ma 213 213 218 212 214	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0712	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0001 0.0006 0.0003 0.0001	0.282945 ¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.28293 0.282955 0.282935 0.282935	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2 \ \sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0 \ 000010\\ \end{array}$	6.1 ε _{Hf} (0) 7.7 5.6 6.5 5.8	9 ε _{Hf} (t) 12.2 10.1 11.2 10.4	428 <i>T</i> _{DMI} /Ma 375 458 416 440 420	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567	-0.9886 <u>f</u> Lw/Hf -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 0.9962
TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17	134 Age /Ma 213 213 218 212 214 214	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0508	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282938 0.28293 0.282955 0.282935 0.282942 0.282942	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\end{array}$	6.1 ε _{Hf} (0) 7.7 5.6 6.5 5.8 6 4.6	9 ε _{Hf} (t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 0.2	428 <i>T</i> _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657	-0.9886 <u>f_Lw/Hf</u> -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 0.9046
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.10	134 Age /Ma 213 213 218 212 214 214 214	0.1897 176Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{,177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.282902	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2 \ \sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0 \ 000023 \end{array}$	6.1 ε _{HΓ} (0) 7.7 5.6 6.5 5.8 6 4.6 6.3	9 ε Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.0	428 <i>T</i> _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552	-0.9886 <u>f</u> LwHf -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 0.9775
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21	134 Age /Ma 213 213 213 214	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{,177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.2829051 0.282926	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\end{array}$	$ \begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \text{Hr}(0) \\ 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ \end{array} $	9 ε Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613	-0.9886 <u>fLwHf</u> -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.17 TW.05.4.21 TW.05.4.21	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{/177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282951 0.282951 0.282926 0.28294	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ \end{array}$	$ \begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \text{Hr}(0) \\ 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ \end{array} $	$\begin{array}{c} 9\\ \hline \epsilon {}_{\rm Hf}(t)\\ 12.2\\ 10.1\\ 11.2\\ 10.4\\ 10.7\\ 9.3\\ 10.9\\ 10\\ 10\\ 5\end{array}$	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577	-0.9886 <u>fLwHF</u> -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9587
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1419	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{/177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282951 0.282951 0.282956 0.28294 0.28294 0.2829737	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 6.1 \\ \hline \epsilon_{\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \end{array}$	$\begin{array}{c} 9\\ \hline \epsilon \ {\rm Hr}(t)\\ 12.2\\ 10.1\\ 11.2\\ 10.4\\ 10.7\\ 9.3\\ 10.9\\ 10\\ 10.5\\ 3.3\\ \end{array}$	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037	-0.9886 <u>ftwHr</u> -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.36	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218	0.1897 176Yb/177Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0007 0.0005	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{/177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282951 0.282951 0.282926 0.282942 0.282942 0.282937	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000031\\ 0.000027\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon_{\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \end{array}$	9 ε Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577	-0.9886 <u>ftwHr</u> -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.10 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.33	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213	0.1897 176Yb/177Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0007 0.0005 0.0014	0.282945 ¹⁷⁶ Hf ^{/177} Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282951 0.282951 0.282951 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282946	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000031\\ 0.000027\\ 0.000047\\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon_{\rm Hr}(0) \\ 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \end{array}$	9	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9588
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.33 TW.05.4.40	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 191	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0043	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0001	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.282951 0.282926 0.28294 0.28294 0.282737 0.282937 0.282946 0.282945	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000025\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \varepsilon \ {\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \end{array}$	9 ε μr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.958 -0.9958 -0.9977
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.10 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.33 TW.05.4.40 TW.05.4.44	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 191 186	0.1897 ¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0043 0.1157	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0006 0.0007 0.0005 0.00014 0.0001 0.0001 0.0001	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282902 0.282902 0.282902 0.282926 0.28294 0.28294 0.282937 0.282937 0.282945 0.282945 0.282894	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon_{\rm Hr}(0) \\ 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \end{array}$	9 ε μr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699	-0.9886 /LwHr -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.958 -0.977 -0.9754
TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.40 TW.05.4.40	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 191 186 212	0.1897 176Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0001 0.0008 0.0008 0.0042	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282937 0.282937 0.282945 0.282894 0.282894 0.282894	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 6.1 \\ \hline \epsilon \ {\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \end{array}$	9 ε Hr (t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 725 440 438 425 506 407	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497	-0.9886 /Lu/HF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.8741
TW.05.1.47 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.19 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.21 TW.05.4.20 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.40 TW.05.4.46 TW.05.4.8	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 212 186 212 235	0.1897 176Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0043 0.1157 0.0935 0.0397	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0008 0.0004	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.28293 0.28295 0.282955 0.282935 0.282942 0.282902 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282937 0.282937 0.282937 0.282946 0.282946 0.282945 0.282894 0.282894 0.282894	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.00002\end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \ {\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 725 440 438 425 506 407 604	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834	-0.9886 /LuHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.8741 -0.9877
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.20 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.40 TW.05.4.46 TW.05.4.48 TW.05.4.14	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 191 186 212 235 238	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0001 0.0008 0.0042 0.0004 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.28293 0.28295 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282937 0.282946 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282989 0.282819 0.282909	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.00002\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.000\\ $	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \ {\rm Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 725 440 438 425 506 407 604 480	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 655 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629	-0.9886 /LuHT -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.9877 -0.9853
TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.46 TW.05.4.14 TW.05.4.15	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 191 186 212 235 238 222	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0267 0.0673	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0004 0.0004 0.0005 0.0004	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282951 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282819 0.282909 0.282909 0.282905	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.000022\\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \hline \& \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 655 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648	-0.9886 /LuHT -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9977 -0.9754 -0.8771 -0.9877 -0.9853 -0.9872
TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.44 TW.05.4.45 TW.05.4.15 TW.05.4.16	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 218 212 235 238 222 448	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.127 0.0657 0.1074 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0267 0.0673 0.0699	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0042 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282942 0.282942 0.282945 0.282946 0.282944 0.282947 0.282947 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282819 0.282909 0.282909 0.282905 0.28239	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.000024\\ 0.00002\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.0000\\ 0.0002\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.00$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \hline \& \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8	$\begin{array}{r} 428\\ \hline T_{\rm DM1} \ / Ma \\ 375\\ 458\\ 416\\ 440\\ 430\\ 485\\ 423\\ 466\\ 438\\ 725\\ 440\\ 438\\ 725\\ 440\\ 438\\ 425\\ 506\\ 407\\ 604\\ 480\\ 484\\ 1197\\ \end{array}$	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 574 699 497 834 629 648 1667	-0.9886 /LuHT -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.9858 -0.9977 -0.9754 -0.8741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896
TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.40 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.24	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 235 238 222 448 232	0.1897 176Yb/177Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0014 0.0008 0.0014 0.0005 0.0042 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.0001	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282938 0.282935 0.282935 0.282942 0.282942 0.282942 0.282951 0.282926 0.28294 0.282947 0.282947 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282949 0.282999 0.282909 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282972	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000026\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00$	$\begin{array}{r} 6.1\\ \hline \& \operatorname{Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12	$\begin{array}{r} 428\\ \hline T_{\rm DM1}/{\rm Ma}\\ 375\\ 458\\ 416\\ 440\\ 430\\ 485\\ 423\\ 466\\ 438\\ 725\\ 440\\ 438\\ 725\\ 440\\ 438\\ 425\\ 506\\ 407\\ 604\\ 480\\ 484\\ 1197\\ 397\\ \end{array}$	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495	-0.9886 /LuHT -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9858 -0.9977 -0.9855 -0.9754 -0.8741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9856 -0.9896 -0.9695
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.40 TW.05.4.46 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239	0.1897 176Yb/177Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1289 0.0857 0.0057 0.0057 0.0057 0.0057 0.0057 0.0043 0.1074 0.0935 0.0397 0.0267 0.06673 0.0669 0.1413 0.0379	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0001 0.0008 0.0042 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.0001 0.0001 0.0001 0.0003 0.0011 0.0001 0.0003 0.0001 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0005 0.0004 0.0003 0.0001 0.0003 0.0001 0.0005 0.0004 0.0005 0.0005 0.0004 0.0005 0.0005 0.0004 0.0005 0.0005 0.0004 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ^{,177} Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282942 0.282942 0.282942 0.282942 0.282946 0.282944 0.282947 0.282946 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282999 0.282905 0.282905 0.28295 0.285 0.285 0.285 0.285 0.285 0.285 0.285 0.285 0.285	$\begin{array}{c} 0.000035\\ \hline 2\sigma\\ \hline 0.000024\\ \hline 0.000028\\ \hline 0.000025\\ \hline 0.000025\\ \hline 0.000025\\ \hline 0.000023\\ \hline 0.000023\\ \hline 0.000021\\ \hline 0.000021\\ \hline 0.000021\\ \hline 0.000027\\ \hline 0.000024\\ \hline 0.000024\\ \hline 0.000024\\ \hline 0.000022\\ \hline 0.00002\\ \hline 0.0002\\ \hline 0$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \& \operatorname{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \\ 7.1 \\ 6.5 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418	611 T _{DMJ} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525	-0.9886 /LuHT -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.8741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9701
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.40 TW.05.4.44 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27 TW.05.4.28	134 Age /Ma 213 213 213 214 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221	0.1897 176'Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0842 0.1289 0.0857 0.0057 0.0057 0.0074 0.0074 0.0657 0.0074 0.0657 0.0074 0.0073 0.0093 0.0267 0.0267 0.0673 0.0669 0.1413 0.0379 0.0896	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0001 0.0008 0.0042 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.0005 0.0004 0.0005 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0005 0.0004 0.0005 0.005 0.005 0.005 0.005 0.005 0.005 0.005 0.005 0	0.282945 1 ¹⁷⁶ Hf ¹¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282942 0.282942 0.282946 0.282947 0.282946 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282989 0.282999 0.282995 0.282905 0.28239 0.282972 0.282957 0.282951 0.282951	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.00$	$\begin{array}{r} 6.1\\ \hline \hline e \ {\rm Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\\ 6.5\\ 6.3\\ \end{array}$	9 ε Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 480 484 1197 397 418 431	611 T _{DMP} /Ma 470 603 538 584 567 552 613 577 1037 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554	-0.9886 fLwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.9774 -0.8741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9597
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.10 TW.05.4.10 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.33 TW.05.4.44 TW.05.4.44 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28	134 Age /Ma 213 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 222 221 222	0.1897 176'Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0751	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0001 0.0008 0.0004 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.0004 0.0003 0.0001 0.001 0.0013 0.0005 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282942 0.282902 0.282942 0.282942 0.28294 0.28294 0.28294 0.28294 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282949 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282957 0.282957 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282955 0.28295 0.2855 0.2855 0.2855 0.2855 0.2855 0.28555 0.28555 0	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.$	$\begin{array}{r} 6.1\\ \hline \hline e \ \mathrm{Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\\ 6.5\\ 6.3\\ 4.6\\ \end{array}$	9 ε Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 45	611 T _{DMP} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554 657	-0.9886 /LWHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.8741 -0.9877 -0.9873 -0.9872 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9597 -0.9842 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9855 -0.9857 -0.9855 -0.957 -0.9855 -0.957 -0.9855 -0.957 -0.9855 -0.957 -0.957 -0.957 -0.957 -0.957 -0.957 -0.9557
TW.05.1.45 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.10 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.21 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.34 TW.05.4.44 TW.05.4.45 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27 TW.05.4.28 TW.05.4.36 TW.05.4.36 TW.05.4.36	134 Age /Ma 213 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 235 238 222 448 232 239 221 222 221 222 221 222 221	0.1897 176'Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0786	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0004 0.0001 0.0004 0.0004 0.0004 0.0004 0.0005 0.0004 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.0001 0.001 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0001 0.0001 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282902 0.282902 0.282902 0.28294 0.28294 0.28294 0.28294 0.282947 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282945 0.282945 0.282905 0.282905 0.282905 0.282972 0.282957 0.282951 0.282955 0.282955 0.282951 0.282955 0.282555 0.282955 0.28255 0.28255 0.28255 0.28255 0.28255 0.28255 0.28555 0.28555 0.	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000019\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \\ 7.1 \\ 6.5 \\ 6.3 \\ 4.6 \\ 3.6 \\ 3.6 \end{array}$	9 ε mr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4 8.4	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 527 527	611 T _{DMP} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 669 497 834 629 648 1667 495 525 554 657 720	-0.9886 /LWHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.8741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9910 -0.9910 -0.9957 -0.9896 -0.9895 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9896 -0.9896 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9896 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9875 -0.9877 -0.9875 -0.9876 -0.9877 -0.9876 -0.9877 -0.9876 -0.9877 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9876 -0.9877 -0.9896 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9919 -0.9756 -0.9919 -0.9756 -0.9919 -0.9757 -0.9812 -0.9919 -0.9757 -0.9812 -0.9919 -0.9757 -0.9812 -0.9919 -0.9919 -0.9756 -0.9655 -0.9919 -0.9757 -0.9812 -0.9919 -0.9756 -0.9655 -0.9757 -0.9842 -0.9919 -0.9557 -0.9812 -0.9919 -0.9557 -0.9815 -0.9919 -0.9557 -0.9815 -0.9919 -0.9557 -0.9815 -0.9919 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9919 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557 -0.9815 -0.9557
TW.05.1.47 TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.19 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.40 TW.05.4.44 TW.05.4.45 TW.05.4.15 TW.05.4.27 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.36 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.31	134 Age /Ma 213 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 235 238 222 448 232 239 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221	0.1897 176Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0839 0.023 1	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.001 0.0003 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.001 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0003 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282902 0.282902 0.282926 0.28294 0.28294 0.28294 0.282945 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282945 0.282949 0.282945 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282905 0.282957 0.282957 0.282957 0.282951 0.28295	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000027\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ $	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \\ 7.1 \\ 6.5 \\ 6.3 \\ 4.6 \\ 3.6 \\ 6.3 \\ 5.9 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4 8.4 11.1 9.4 8.4 11.1 9.4 8.4 11.1 9.4 8.4 11.1 9.4 8.4 11.5 10.6 10.5	428 T _{DMI} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 527 424 426	611 T _{DMP} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554 657 720 547 577	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9853 -0.9775 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9695 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9759 -0.9759 -0.9850 -0.9850 -0.9850 -0.9850 -0.9850 -0.9850 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9875 -0.9875 -0.9850 -0.9754 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9877 -0.9850 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9870 -0.9870 -0.9850 -0.9870 -0.9750
TW.05.1.47 TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.19 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.46 TW.05.4.46 TW.05.4.45 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.31 TW.05.4.31 TW.05.4.28 TW.05.4.33 TW.05.4.341 TW.05.4.41 TW.05.4.42	134 Age /Ma 213 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221	0.1897 176Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0839 0.0814 0.0721	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0014 0.0008 0.0014 0.0008 0.0004 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0008 0.0003 0.0003 0.0003 0.0008 0.0003 0.0001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0001 0.0013 0.0005 0.0005 0.0001 0.0013 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005 0.0013 0.0005 0.0005 0.0005 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005 0.0001 0.0005 0	0.282945 1 ⁷⁶ Hf ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282935 0.282902 0.282902 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282945 0.282999 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282905 0.282957 0.282957 0.282951 0.282951 0.282951 0.282936	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000028\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\$	$\begin{array}{r} 6.1 \\ \hline \epsilon \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \\ 7.1 \\ 6.5 \\ 6.3 \\ 4.6 \\ 3.6 \\ 6.3 \\ 5.8 \\ 6.5 \end{array}$	9 ≥ Hr(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4 8.4 11.1 10.4 10.1 10.4 10.4 10.7 10.9 10.9 10.9 10.5 10.9 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.5 10.6 10.5 10.5 10.5 10.5 10.5 10.6 10.5 11.8 10.5 11.8 10.5 11.8 11.5	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 527 424 440 425	611 <i>T</i> _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 657 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554 657 720 547 577 569 574 677 569 574 677 577 569 574 677 577 569 574 677 577 569 574 677 577 569 574 677 577 569 574 667 577 577 569 574 667 657 577 569 574 667 657 577 569 574 667 657 577 569 574 667 657 574 667 577 569 574 667 667 577 569 574 667 667 577 569 574 667 577 569 574 667 577 577 569 574 667 577 577 569 574 667 667 577 577 577 577 577 577	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9853 -0.9754 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9855 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9597 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9425 -0.9455 -0.9587 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9597 -0.9422 -0.9919 -0.9455
TW.05.1.47 TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.19 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.36 TW.05.4.44 TW.05.4.45 TW.05.4.15 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.34 TW.05.4.38 TW.05.4.34 TW.05.4.34 TW.05.4.42 TW.05.4.34 TW.05.4.42	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 220	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0839 0.0814 0.0797 0.0797	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0008 0.0014 0.0008 0.0014 0.0008 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0005 0.0003 0.0003 0.0005 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282902 0.282902 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282937 0.282946 0.282946 0.282946 0.282946 0.282949 0.282949 0.282999 0.282999 0.282909 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282905 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282956 0.28	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.0000\\ 0.0002\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.000\\ 0.000\\ 0.0000\\ 0.0000\\ 0.000$	$\begin{array}{c} 6.1 \\ \hline \epsilon \ \mathrm{Hr}(0) \\ \hline 7.7 \\ 5.6 \\ 6.5 \\ 5.8 \\ 6 \\ 4.6 \\ 6.3 \\ 5.5 \\ 5.9 \\ -1.2 \\ 5.8 \\ 6.2 \\ 6.1 \\ 4.3 \\ 7.7 \\ 1.7 \\ 4.8 \\ 4.7 \\ -13.5 \\ 7.1 \\ 6.5 \\ 6.3 \\ 4.6 \\ 3.6 \\ 6.3 \\ 5.8 \\ 6.5$	9 ≥ HF(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.5 3.3 10.6 10.5 3.3 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4 8.4 11.1 10.4 10.4 10.9 10 10.9 10 10.5 10.9 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.5 10.6 10.6 10.5 10.6 10.5 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11.1 11.5 12.5 11.6 11.5 12.5 11.6 11.7 11.6 11.1 11.1 11	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 527 424 440 428 411	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 652 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554 657 720 547 577 546 572	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9587 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.98741 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9485 -0.991 -0.9485 -0.9920
TW.05.1.47 TW.05.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.21 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.30 TW.05.4.36 TW.05.4.33 TW.05.4.44 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.36 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.36	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 220 221 220 221 221 221 221 221 221	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0399 0.0896 0.0751 0.0786 0.0839 0.0814 0.0701 0.0787 0.063	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0005 0.0014 0.0008 0.0004 0.0003 0.0004 0.0003 0.001 0.0003	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282955 0.282935 0.282942 0.282902 0.282942 0.282926 0.28294 0.282937 0.282946 0.282947 0.282946 0.282946 0.282949 0.282949 0.282949 0.282949 0.282995 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282956 0.282954 0.282956 0.282956 0.282956 0.282954 0.282956 0.28	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.000\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.$	$\begin{array}{r} 6.1\\ \hline \hline 8 \ \mathrm{Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\\ 6.5\\ 6.3\\ 4.6\\ 3.6\\ 6.3\\ 5.8\\ 6.5\\ 6.6\\ 2.5\\ \end{array}$	9 ≥ Hf(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.5 3.3 10.6 10.5 3.3 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11.6 11.1 9.4 8.4 11.1 11.6 11.1 9.4 8.4 11.1 11.6 11.1 11.2 10.4 10.9 10.9 10.9 10.9 10.9 10.9 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.9 10.5 10.5 10.9 10.5 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11.6 11.6 11.1 11.6 11.1 11.4 11.5 11.6 11.6 11.6 11.6 11.1 11.4 11.5 11.6 11.6 11.1 11.4 11.4 11.5 11.6 11.5 11.6 11.5 11.6 11.1 11.4 11.5 11.6 11.1 11.4 11.5 11.6 11.1 11.4 11.5 11.6 11.1 11.4	$\begin{array}{r} 428\\ \hline \\ T_{\rm DM1} \ / Ma \\ 375 \\ 458 \\ 416 \\ 440 \\ 430 \\ 485 \\ 423 \\ 466 \\ 438 \\ 725 \\ 440 \\ 438 \\ 425 \\ 506 \\ 407 \\ 604 \\ 480 \\ 484 \\ 1197 \\ 397 \\ 418 \\ 431 \\ 491 \\ 527 \\ 424 \\ 440 \\ 428 \\ 411 \\ 566 \\ \end{array}$	611 T _{DM2} /Ma 470 603 538 584 567 655 552 613 577 1037 577 569 574 699 497 834 629 648 1667 495 525 554 657 720 547 577 546 528 842	-0.9886 /LwHF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9839 -0.9859 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9555
TW.05.1.47 TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.44 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.27 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.28 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.24 TW.05.4.43 TW.05.4.43 TW.05.4.21	134 Age /Ma 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 220 221 220 221 220 221 221 221 221 221 221 221	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0839 0.0814 0.0787 0.063 0.0780	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.0013 0.0005 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0005 0.0003 0.0003 0.0003 0.0005 0.0003	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.282941 0.282926 0.28294 0.282937 0.282937 0.282946 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282949 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282905 0.282901 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282959 0.28	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.000022\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.00002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0.0002\\ 0$	$\begin{array}{r} 6.1\\ \hline \hline 8 \ \mathrm{Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\\ 6.5\\ 6.3\\ 4.6\\ 3.6\\ 6.3\\ 5.8\\ 6.5\\ 6.6\\ 2.5$	9 ≥ HF(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11 9.4 8.4 11.1 10.4 5.4 9.8	$\begin{array}{r} 428\\ \hline \\ T_{\rm DM1} \ /Ma \\ 375 \\ 458 \\ 416 \\ 440 \\ 430 \\ 485 \\ 423 \\ 466 \\ 438 \\ 725 \\ 440 \\ 438 \\ 725 \\ 440 \\ 438 \\ 425 \\ 506 \\ 407 \\ 604 \\ 480 \\ 484 \\ 1197 \\ 397 \\ 418 \\ 431 \\ 491 \\ 527 \\ 424 \\ 440 \\ 428 \\ 411 \\ 566 \\ 416 \\ \end{array}$	$\begin{array}{r} 611\\ \hline T_{\rm DMJ}/{\rm Ma}\\ 470\\ 603\\ 538\\ 584\\ 567\\ 657\\ 552\\ 613\\ 577\\ 1037\\ 577\\ 1037\\ 577\\ 569\\ 574\\ 699\\ 497\\ 834\\ 629\\ 648\\ 1667\\ 495\\ 525\\ 554\\ 657\\ 720\\ 547\\ 577\\ 546\\ 842\\ 842\\ 576\end{array}$	-0.9886 /Lu/HF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.9877 -0.9853 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.99 -0.9485 -0.9953 -0.9680 -0.9655 -0.9953 -0.9680 -0.9655 -0.9953 -0.9680 -0.9655 -0.9953 -0.9680 -0.9655 -0.9953 -0.9655 -0.9953 -0.9953 -0.9655 -0.9953 -0.9955 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9953 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9955 -0.9959 -0.9953 -0.9955 -0.9555
TW.03.1.47 正长花岗岩 TW.05.4.2 TW.05.4.2 TW.05.4.3 TW.05.4.5 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.7 TW.05.4.17 TW.05.4.19 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.22 TW.05.4.30 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.33 TW.05.4.44 TW.05.4.15 TW.05.4.15 TW.05.4.16 TW.05.4.24 TW.05.4.28 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.38 TW.05.4.44 TW.05.4.43 TW.05.4.43 TW.05.4.43 TW.05.4.43 TW.05.4.43 TW.05.4.43	134 Age /Ma 213 213 213 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 213 214 215 238 222 448 232 239 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 221 220	0.1897 1 ⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0615 0.1109 0.097 0.074 0.0713 0.0598 0.082 0.1289 0.082 0.1289 0.0832 0.1289 0.0832 0.1419 0.0657 0.1074 0.043 0.1157 0.0935 0.0397 0.0267 0.0673 0.0699 0.1413 0.0379 0.0896 0.0751 0.0786 0.0786 0.0839 0.0814 0.0787 0.063 0.0789 0.063 0.0789 0.0696	0.0004 ¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.0011 0.0006 0.0003 0.0001 0.0002 0.0007 0.0014 0.0006 0.0007 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0014 0.0005 0.0042 0.0004 0.0005 0.0004 0.0003 0.001 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0003 0.0005 0.0003 0.0003 0.0005 0.0005	0.282945 1 ⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr) 0.282988 0.282935 0.282935 0.282942 0.282902 0.282902 0.282942 0.282926 0.28294 0.282937 0.282944 0.282937 0.282945 0.282945 0.282945 0.282949 0.282949 0.282949 0.282909 0.282909 0.282909 0.282905 0.282905 0.282972 0.282957 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282951 0.282956 0.282959 0.28	$\begin{array}{c} 0.000035\\ 2\sigma\\ 0.000024\\ 0.000024\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000025\\ 0.000023\\ 0.000023\\ 0.000027\\ 0.000021\\ 0.000021\\ 0.000027\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000024\\ 0.000022\\ 0.000021\\ 0.00$	$\begin{array}{c} 6.1\\ \hline \hline 8 \ \mathrm{Hr}(0)\\ \hline 7.7\\ 5.6\\ 6.5\\ 5.8\\ 6\\ 4.6\\ 6.3\\ 5.5\\ 5.9\\ -1.2\\ 5.8\\ 6.2\\ 6.1\\ 4.3\\ 7.7\\ 1.7\\ 4.8\\ 4.7\\ -13.5\\ 7.1\\ 6.5\\ 6.3\\ 4.6\\ 3.6\\ 6.3\\ 5.8\\ 6.5\\ 6.6\\ 2.5\\ 6.6\\ 4.6\end{array}$	9 ≥ Hf(t) 12.2 10.1 11.2 10.4 10.7 9.3 10.9 10 10.5 3.3 10.6 10.6 10.5 3.3 10.6 10.6 10.3 8.3 11.8 6.8 10 9.5 -3.8 12 11.6 11.1 9.4 8.4 11.1 11.4 5.4 9.8 7.4	428 T _{DM1} /Ma 375 458 416 440 430 485 423 466 438 725 440 438 725 440 438 425 506 407 604 480 484 1197 397 418 431 491 527 424 440 428 411 566 416 485	$\begin{array}{r} 611\\ \hline T_{\rm DMJ}/Ma\\ 470\\ 603\\ 538\\ 584\\ 567\\ 657\\ 552\\ 613\\ 577\\ 1037\\ 577\\ 1037\\ 577\\ 569\\ 574\\ 699\\ 497\\ 834\\ 629\\ 648\\ 1667\\ 495\\ 525\\ 554\\ 657\\ 720\\ 547\\ 577\\ 546\\ 528\\ 842\\ 576\\ 711\\ \end{array}$	-0.9886 /Lu/HF -0.966 -0.967 -0.9805 -0.9924 -0.9963 -0.9946 -0.9775 -0.9813 -0.9775 -0.9855 -0.9855 -0.958 -0.9977 -0.9754 -0.9877 -0.9853 -0.9872 -0.9896 -0.9695 -0.9701 -0.9597 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9842 -0.9919 -0.9759 -0.9935 -0.9853 -0.9953 -0.9953 -0.9689 -0.9935

中	玉	拁	质
1			12

										续表5
正长花岗岩	Age /Ma	¹⁷⁶ Yb/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	¹⁷⁶ Lu/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	¹⁷⁶ Hf/ ¹⁷⁷ Hf(corr)	2 σ	ε _{Hf} (0)	$\epsilon_{\rm Hf}(t)$	T _{DM1} /Ma	T _{DM2} /Ma	fLu/Hf
TW.06.2.7	128	0.0574	0.0004	0.282866	0.000024	3.3	6.1	538	794	-0.9882
TW.06.2.9	151	0.0987	0.0011	0.28293	0.000031	5.6	8.8	457	639	-0.9669
TW.06.2.10	129	0.0558	0.002	0.282949	0.000026	6.3	8.9	440	614	-0.9401
TW.06.2.11	130	0.0487	0.0003	0.282951	0.00002	6.3	9.2	419	600	-0.992
TW.06.2.12	128	0.0558	0.0002	0.28292	0.000021	5.2	8	461	671	-0.9943
TW.06.2.14	130	0.0582	0.0006	0.282862	0.00002	3.2	6	546	803	-0.9827
TW.06.2.15	130	0.044	0.0002	0.282863	0.000019	3.2	6.1	539	798	-0.995
TW.06.2.17	131	0.0576	0.0002	0.282877	0.00002	3.7	6.6	520	767	-0.9947
TW.06.2.18	132	0.0675	0.0006	0.282886	0.000029	4	6.9	514	748	-0.9807
TW.06.2.19	131	0.0549	0.0005	0.282917	0.000024	5.1	8	469	678	-0.985
TW.06.2.20	131	0.0865	0.0006	0.282941	0.000028	6	8.8	436	624	-0.9811
TW.06.2.21	130	0.0947	0.0013	0.282901	0.000028	4.5	7.3	502	720	-0.9602
TW.06.2.24	132	0.0862	0.0007	0.282873	0.000028	3.6	6.4	533	778	-0.9793
TW.06.2.26	131	0.063	0.0004	0.282872	0.000029	3.5	6.4	531	780	-0.9869
TW.06.2.27	130	0.0425	0.0001	0.282901	0.000026	4.6	7.4	487	713	-0.9958
TW.06.2.28	132	0.0449	0.0009	0.282898	0.000021	4.5	7.3	500	721	-0.9736
TW.06.2.29	132	0.0578	0.0003	0.282951	0.000023	6.3	9.2	419	599	-0.9909
TW.06.2.30	152	0.03	0.0012	0.282882	0.000031	3.9	7.1	527	748	-0.9639
TW.06.2.31	130	0.0536	0.0001	0.28292	0.000025	5.2	8.1	460	670	-0.9963
TW.06.2.33	131	0.0808	0.0002	0.282933	0.000026	5.7	8.5	443	641	-0.9945
TW.06.2.34	150	0.0424	0.0006	0.282927	0.000017	5.5	8.7	456	645	-0.9821
TW.06.2.38	150	0.0318	0.0001	0.282922	0.000025	5.3	8.6	457	653	-0.9974
TW.06.2.39	151	0.0439	0.0004	0.282942	0.000021	6	9.3	432	608	-0.9893
TW.06.2.41	152	0.0591	0.001	0.282952	0.000025	6.4	9.6	426	589	-0.9694
TW.06.2.45	130	0.0815	0.0002	0.28297	0.000028	7	9.8	392	557	-0.9932
TW.06.2.13	149	0.0302	0.0001	0.28291	0.000019	4.9	8.1	473	680	-0.9972

于地幔的新生地壳物质在杜尔基地区花岗岩的形成中起主导作用。

参考文献(References):

[1]邓晋福,腾吉文,彭聪,等.中国地球物理场特征及深部地质与找 矿[M].北京:地质出版社,2008.

Deng Jinfu, Teng Jiwen, Peng Chong, et al. Chinese Geophysical Field Character and Deep Geologicaland Prospecting[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008(in Chinese).

- [2] Xiao W J, Windley B F, Allen M B, et al. Paleozoic multiple accretionary and collisional tectonics of the Chinese Tianshan orogenic collage[J]. Gondwana Research, 2012, 1–12.
- [3] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造——中国及 邻区大地构造图简要说明[M]. 北京:地质出版社, 1999.
 Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei, et al. Looked from the Global Tectonic, China——China and its Adjacent Area Tectonic Map Brief Explanation[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999(in Chinese).
- [4] Jahn B M , Wu F, Chen B. Massive granitoid generation in Central Asian: Nd isotope evidence and implication for continental growth in the Phanerozoic[J]. Episodes, 2000, 23(2): 82–92.
- [5] 邓晋福, 莫宣学, 罗照华, 等. 火成岩构造组合与壳-幔成矿系统[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 259-269.
 Deng Jinfu, Mo Xuanxue, Luo Zhaohua, et al. Igneous

petrotectonic assemblage and crust-mantlemetallogenic system[J].

Earth Science Fronties, 1999, 6(4): 259–269(in Chinese with English abstract).

[6] 周漪, 葛文春, 王清海. 大兴安岭中部乌兰浩特地区中生代花岗 岩的成因[J]. 岩石矿物学杂志, 2011, 30(05): 1-23.

Zhou Yi, Ge Wenchun, Wang Qinghai. Petrogenesisof Mesozoic granite in Wulanhaote region, cental Da Hinggan Mountains: Constraints from geochemistry and Sr– Nd– Hf isotope[J]. Acta Petrologicaet Mineralogica, 2011, 30(5): 1–23 (in Chinese with English abstract).

[7] 吴福元, 孙德有. 中国东部中生代岩浆作用与岩石圈减薄[J].长春 科技大学学报, 1999, 29(4): 313-318.
Wu Fuyuan, Sun Haide. The Mesozoic magmatism and lithospheric thinning in eastern China[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 1999, 29(4): 313-318(in Chinese with English abstract).

- [8] 邓晋福,赵国春,苏尚国,等. 燕山造山带燕山期构造叠加及其大地构造背景[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(2): 157-165.
 Deng Jinfu, Zhao Guochun, Su Shangguo, et al. Structure overlap and tectonic setting of Yanshanorogenicbelt in Yanshan era[J].
 Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29(2): 157-165 (in Chinese with English abstract).
- [9] 江思宏,聂凤军,刘翼飞,等.内蒙古孟恩陶勒盖银多金属矿床及 其附近侵入岩的年代学[J].吉林大学报(地球科学版),2011,41 (6):1755-1769.

Jing Sihong, Nie Fengjun, Liu Yifei, et al. Geochronology of Intrusive Rocks Occurring in and around the Mengentaolegai Silver-Polymetallic Deposit, Inner Mongolia[J]. Journal of Jinlin University(Earth ScienceEdition), 2011, 41(6): 1755-1769 (in Chinese with English abstract).

[10] 陈丽丽,程志国.内蒙古兴安盟杜尔基地区花岗岩岩石学及锆石 U-Pb年龄[J].中国地质, 2015, 42(4): 891-908.

Chen Lili, Cheng Zhiguo. Petrology and zircon chronology of the Dorolj granite in HingganLeague, Inner Mongolia[J]. Geology in China, 2015, 42(4): 891–908(in Chinese with English abstract).

[11] 于福生, 吉珍娃, 王彦华. 大兴安岭中南段杜尔基地区早白垩世 侵入岩岩石地球化学特征及构造环境[J].资源调查与环境, 2012,30(1): 1-8.

Yu Fusheng, Ji Zhenwa, Wang Yanhua. Study on characteristics of Mesozoic intrusive rocks in Suolunzhenarea,Ulanhot, Inner Mongolia[J]. Resources Survey & Environment, 2012, 33(1):1-8 (in Chinese withEnglish abstract).

- [12] Wang H, Ren Y S, Hou H N. The genesis and mineralization age of the Dashihe Mo deposit in Yanbian, Jilin Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2011,1:96–97.
- [13]Wang J G, He Z Z, Xu W L. Petrogenesis of riebeckite rhyolites in the southern Da Hinggan Mts:Geochronological and geochemical evidence[J]. Acta Petrologica Sinica, 2013, 853–863.
- [14] Wu F Y, Sun D Y, Ge W C, et al. Geochronology of the Phanerozoic granitoids in northeastern China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2011, 41: 1–30.
- [15] 耿建珍, 李怀坤, 张健, 等.锆石 Hf同位素组成的LA-MC-ICP-MS测定 [J]. 地质通报, 2011, 30(10): 1508-1513.
 Geng Jianzhen, Li Huaikun, Zhang Jian, et al. Zircon Hf isotope analysis by means of LA-MC-ICP-MS[J]. Geological Bulletin of China, 2011, 30(10):1508-1513(in Chinese with English abstract).
- [16] Foster M D.Interpretation of the composition of trioctahedralmicas[J]. U S Geological Survey Professional Paper, 1960, 354(B): 11–49.
- [17] Leake B E, Woolley A R, Arps CES. Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new mineral and mineral names[J]. American Mineralogist, 1997, 82, 1019–1037.
- [18] 鲍佩声,苏梨,翟庆国,等新疆巴楚地区金伯利岩角砾橄榄岩物 质组成及含矿性研究[J]. 地质学报,2009,83(9): 1276-1301.
 Bao Peisheng, Su Li, Zhai Qingguo, et al. Compositions of the kimberlitic brecciated peridotite in the Bachu area, Xinjiang and its ore-bearing potentialities[J]. Acta Geologica Sinica, 2009, 83: 1276-1301 (inChinese with English abstract).

[19] 凌文黎, 程建萍. Lu-Hf 同位素体系对若干基础地质问题的新 制约(之一)——地球早期演化 [J].地质科技情报, 1999, 18(1): 79-84.

陈丽丽等:内蒙古兴安盟杜尔基地区花岗岩矿物学特征和Hf同位素研究

Ling Wenli, Cheng Jianping. New constraints of Lu– Hf isotope on some critical geological issues (I): Early evolution of the earth [J].Geological Science and Technology Information, 1999, 18(1): 79–84 (inChinese with English abstract).

[20] 李献华, 梁细荣, 韦刚健, 等, 锆石 Hf同位素组成的LAM-MC-ICPMS 精确测定 [J]. 地球化学, 2003, 32(1): 86-90.
Li Xianhua, Liang Xirong, Wei Gangjian, et. Precise analysis of zircon Hf isotopes by LAM-MC-ICPMS [J]. Geochimica, 2003, 32(1): 86-90 (inChinese with English abstract).

- [21] Andersen T , Griffin W L , Pearson N J . Crustal evolution in the SW part of the Baltic Shield: The Hf isotope evidence[J]. Journal of Petrology, 2002, 43(9): 1725–1747.
- [22] Griffin W L, Belousova E A, Shee S R, et al. Archean crustal evolution in the northern Yilgarn Craton: U– Pb and Hf isotope evidence from detrital zircons[J].Precambrian Research, 2004, 131 (3–4): 231–282.
- [23] Vervoort J D, Patchett P J. Behavior of hafnium and neodymium isotopes in the crust: Constraints from Precambrian crustally derived granites[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1996, 60 (19): 3717–3733.
- [24] Scherer E E, Cameron K L, Blichert Toft J. Lu– Hf garnet geochronology: Closure temperature relative to the Sm– Nd system and the effects of trace mineral inclusions[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2000, 64(19): 3413–3432.
- [25] Griffin W L, Wang X, Jackson S E, et al. Zircon chemistry and magma genesis, S.E China: In- situ analysis of Hf isotopes, Tonglu and Pingtanigneous complexes[J]. Lithos, 2002, 61(3/4): 237-269.
- [26] Zhang D Y, Zhang Z C, EncarnacionJ,et al. Petrogenesis of the Kekesai composite porphyry intrusion, western Tianshan, NW China:Implications for metallogenesis, tectonic evolution and continental growth during Late Paleozoic Time[J]. Lithos, 2012, 146–147: 65–79.
- [27] 邱检生,肖娥,胡建,等. 福建北东沿海高分异 I 型花岗岩的成因:锆石 U-Pb 年代学、地球化学和 Nd-Hf 同位素制约[J].岩石学报,2008,24(11):2468-2484.

Qiu Jiansheng, Xiao Er, Hu Jian, et. Petrogenesis of highly fractionated I– type granites in the coastal area of northeastern Fujian Province: Constraints from zircon U– Pb geochronology, geochemistry and Nd– Hfisotopes[J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24(11): 2468–2484 (in Chinese with English abstract).