

青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室资助

祁漫塔格地质走廊域古生代—中生代 火成岩岩石构造组合研究

王秉璋 罗照华 等编著



地质出版社

祁漫塔格地质走廊域古生代— 中生代火成岩岩石构造组合研究

王秉璋 罗照华 吴正寿
祁生胜 王毅志 拜永山 编著
宋泰忠 郭通珍 叶占福

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书对东昆仑祁漫塔格地质走廊域古生代—中生代火成岩岩石构造组合进行了系统研究,针对走廊域内岩浆活动集中的加里东构造岩浆旋回、华力西—印支构造岩浆旋回又进一步划分出九个构造岩浆阶段,从地质特征、岩石学特征、岩石地球化学特征、时代依据等方面对各阶段火成岩岩石构造组合进行了系统的研究,建立了祁漫塔格地质走廊域古生代—中生代火成岩岩石构造组合的时空格架。

本书可供从事青藏高原区域地质调查、矿产勘查、地质科研的专业技术人员及高等院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

祁漫塔格地质走廊域古生代—中生代火成岩岩石构造
组合研究 / 王秉璋等编著. —北京:地质出版社,
2014.8

ISBN 978-7-116-08968-6

I. ①祁… II. ①王… III. ①青藏高原—古生代—火
成岩—岩石组合—地质构造—研究②青藏高原—中生代—
火成岩—岩石组合—地质构造—研究 IV. ①P542

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 201482 号

Qimantag Dizhi Zoulangyu Gushengdai—Zhongshengdai Huochengyan Yanshi Gouzao Zuhe Yanjiu

责任编辑:吴宁魁

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324513(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)82310759

经 销:北京中地金土图书发行有限公司

电 话:(010)82324508,(010)82324556

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15 彩页:5 面

字 数:350 千字

版 次:2014 年 8 月北京第 1 版

印 次:2014 年 8 月北京第 1 次印刷

定 价:50.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-08968-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

东昆仑西隔阿尔金断裂带与西昆仑造山带为邻，东隔秦祁昆岔口与西秦岭相接，是青藏高原内部可与冈底斯带相媲美的一条巨型构造岩浆岩带，对于探讨中国大陆地质演化具有十分重要的意义。东昆仑造山带北部为秦祁昆加里东造山系，南部为藏滇造山系，也是古亚洲造山系与特提斯造山系的复合区或原特提斯构造系统与古特提斯构造系统的“构造转换承接带”。因此，东昆仑造山带具有异常复杂的结构和多旋回的造山过程。

东昆仑造山带也是我国最重要的成矿区带之一，主要内生金属矿产资源多与岩浆作用有关。已有资料表明，东昆仑造山带主要成矿作用时期与重大地质事件具有耦合性，而东昆仑造山带重大地质事件的响应物质最主要、也是最重要的地质载体是岩浆岩。东昆仑造山带重大地质事件存在的依据、特征及其载体等方面的研究将为东昆仑造山带成矿作用、成矿规律、成矿预测（尤其是超大型矿床的预测）等方面研究具有重要指导作用。祁漫塔格山脉是东昆仑造山带的一脉，是东昆仑地区最重要的矿集区，已发现了一大批大中型矿床，该地区已成为柴达木循环经济区的重要黑色金属、有色金属资源基地。

火成岩具有形成深度范围较大的特点，遭受剥蚀破坏的程度较小。这些形成于不同构造岩浆阶段、不同构造部位的侵入岩保留了丰富的地质构造信息，一些学者通过东昆仑造山带火成岩的研究对东昆仑华力西—印支期区域构造背景及构造演化做了有益的研究，初步建立了东昆仑造山带晚古生代—早中生代地质构造演化时空格架的基本轮廓，然而，这些研究大多基于点、线上的资料，难以在区域上推广应用。近年来，我们在东昆仑造山带出露宽度最大、地质结构相对完整的祁漫塔格地区开展了1:25万区域地质调查、1:5万区域地质调查以及一些专题研究工作，取得了大量有关火成岩的基础资料，使得我们有可能对这一区域巨量花岗岩的时空格架进行较全面的分析。由于祁漫塔格地区是东昆仑造山带出露宽度最大、地质结构相对完整的地区，火成岩时空格架的研究有可能为再造整个东昆仑造山带的地质演化奠定基础。

目 录

前言

第一章 引言	(1)
第一节 研究现状	(1)
一、祁漫塔格及邻区地质调查研究简史	(1)
二、研究现状及主要问题	(3)
第二节 主要研究结论	(15)
第二章 祁漫塔格地质走廊域地质背景	(18)
第一节 地层序列	(18)
一、北祁漫塔格早古生代岩浆弧及祁漫塔格早古生代结合带	(18)
二、昆仑陆块	(21)
三、南昆仑俯冲碰撞杂岩带	(22)
四、玉龙塔格-巴颜喀拉边缘前陆盆地	(25)
第二节 主要断裂构造基本特征	(25)
一、东昆北断裂 (F_3 、 F_5)	(25)
二、阿达滩断裂 (F_4)	(26)
三、昆中断裂	(26)
四、昆南断裂	(27)
第三章 早古生代火成岩岩石构造组合	(28)
第一节 祁漫塔格“蛇绿岩带”	(28)
一、镁铁-超镁铁质岩	(28)
二、火山岩	(30)
三、火山岩的年代学研究	(44)
四、构造环境判别	(47)
五、岩石构造组合	(51)
第二节 昆中蛇绿岩带	(52)
一、地质特征	(52)
二、火山岩特征	(52)
三、岩石地球化学特征	(53)
四、形成时代	(57)
五、岩石构造组合的判别	(58)
第四章 祁漫塔格地质走廊域早古生代晚期-晚古生代早期火成岩岩石构造组合	(60)
第一节 北祁漫塔格构造岩浆岩带	(60)

一、早志留世滩北雪峰组合	(60)
二、晚志留世十字沟组合	(71)
三、早泥盆世阿达滩组合	(79)
四、早泥盆世莲花石组合	(83)
五、中泥盆世滩北雪峰基性岩墙群	(87)
六、中晚泥盆世西大沟组合	(91)
七、晚泥盆世东沟组合	(98)
第二节 南祁漫塔格构造岩浆岩带	(104)
一、早中泥盆世哈得尔甘组合	(104)
二、早中泥盆世巴音郭勒基性杂岩	(116)
三、晚泥盆世巴音郭勒呼都森组合	(121)
第三节 昆南构造岩浆岩带	(126)
一、早中泥盆世塔鹤托坂日组合	(126)
二、晚泥盆世库鲁克彼捷里克塔格组合	(134)
三、早中泥盆世中基性火山岩组合	(137)
第四节 早古生代晚期-晚古生代早期火成岩时空格架、演化特征及岩石 构造组合确定	(141)
一、岩石组合时空分布规律	(141)
二、岩浆岩岩石组合时空分布规律对构造演化阶段约束	(151)
三、侵入岩岩石构造组合构造环境的岩石地球化学判别	(152)
四、岩石构造组合的确定	(157)
第五章 祁漫塔格地质走廊晚古生代晚期-早中生代火成岩岩石构造组合	(160)
第一节 早-中二叠世构造岩浆阶段火成岩岩石组合	(160)
一、北祁漫塔格构造岩浆岩带	(160)
二、昆南构造岩浆岩带	(175)
第二节 晚二叠世-中三叠世构造阶段火成岩岩石组合	(183)
一、北祁漫塔格构造岩浆岩带	(183)
二、昆中构造岩浆岩带	(187)
第三节 中三叠世构造阶段花岗岩组合	(192)
一、地质特征	(192)
二、岩石学与地球化学特征	(193)
第四节 晚三叠世火成岩岩石组合	(194)
一、地质特征	(194)
二、岩石学特征	(194)
三、岩石地球化学特征	(194)
四、时代依据	(195)
第五节 晚三叠世-早侏罗世花岗岩组合	(198)
一、祁漫塔格地区(南、北祁漫塔格构造岩浆岩带)	(199)
二、昆南构造岩浆岩带	(200)

第六节 晚三叠世陆相中酸性火山岩组合	(201)
一、地质特征	(202)
二、岩石地球化学及构造环境判别	(203)
第七节 晚古生代晚期—早中生代火成岩时空格架、演化特征及岩石构造 组合确定	(211)
一、侵入岩岩石构造组合构造环境的岩石地球化学判别	(211)
二、岩石组合时空分布规律对构造演化阶段的约束	(217)
三、岩石构造组合的确定	(220)
第六章 结论	(222)
一、主要认识	(222)
二、问题讨论	(223)
参考文献及资料	(224)
图版	

第一章 引言

东昆仑造山带已有的科研成果大多基于点、线上的资料，难以在区域上推广应用。祁漫塔格地区是东昆仑造山带出露宽度最大、地质结构相对完整的地区，因此，本次研究工作以区域地质调查资料为基础，将祁漫塔格地质走廊域作为解剖区（图 1-1），试图通过不同构造岩浆阶段火成岩岩石组合的研究阐明东昆仑造山带古生代—中生代地质构造演化的特点。

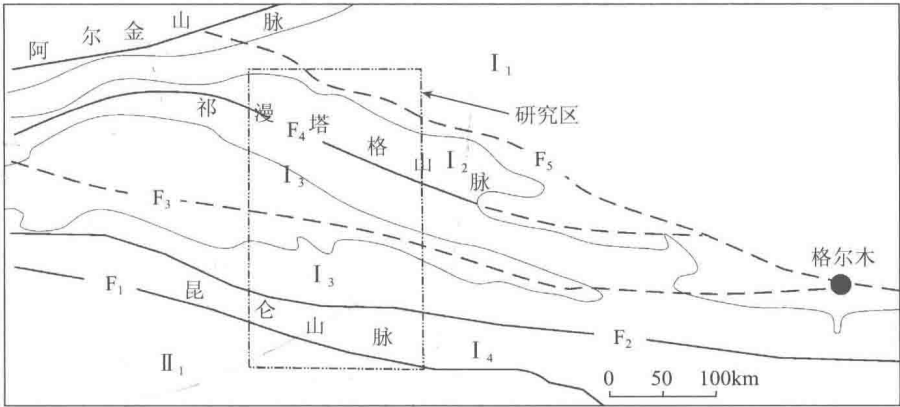


图 1-1 东昆仑祁漫塔格地区地质构造略图

I₁—柴达木陆块；I₂—北祁漫塔格早古生代岩浆弧和祁漫塔格早古生代结合带；I₃—昆仑陆块；
I₄—南昆仑俯冲碰撞杂岩带；II₁—玉龙塔格—巴颜喀拉边缘前陆盆地；F₁—昆南断裂；F₂—东昆中断裂；
F₃—那陵格勒河断裂；F₄—阿达滩断裂；F₅—格尔木隐伏断裂

第一节 研究现状

一、祁漫塔格及邻区地质调查研究简史

东昆仑造山带大致以乌图美仁一带为界，可以划分为东、西两段（莫宣学等，2007）。这里所讨论的“东昆仑祁漫塔格及邻区”范围指的是东昆仑西段地区，一些重要地质问题的讨论也部分涉及东昆仑造山带的其他地区。

瑞典人斯文海定（Svenhedin）是祁漫塔格地区最早的地质调查者，1899 年他越过祁漫塔格到柴达木盆地西部（现在的红柳泉、茫崖等地区）进行了路线地质调查。其后，1946 年李树勋随青海公路勘探队，沿柴达木盆地南缘到阿尔金进行了地质观测，著有《柴达木盆地报告》。

新中国成立至 1965 年以前,石油地质部门围绕柴达木盆地及周围山系边缘开展了小比例尺区域地质调查工作,著有《1955 年初步地质总结》(地质部柴达木石油普查大队,1955)和《1957 年地质工作报告》(青海石油普查大队,1957),两份报告对柴达木盆地及边缘山系地质情况有了全面的、初步的了解,并第一次编制出了祁漫塔格地区的地层表。1958 年张文堂等人在祁漫塔格地区进行了专题研究工作,著有《柴达木盆地西部边缘地区的地层》一文,同年青海石油勘探局 115 队以及青海省地质局石油普查大队在本区分别进行了 1:20 万、1:50 万地质、水文地质调查。1969~1970 年青海省地质矿产局第一区调队在祁漫塔格北坡山前低山区做了 1:20 万区域地质调查,编有《东昆仑西段北坡地质报告》。

1954~1958 年,石油工业部青海石油管理局完成了全盆地的 1:50 万重磁普查;1958~1960 年,新疆库巴地质队在若羌—库木库里一带开展了路线找矿及矿点检查,通过路线调查发现了一批矿点,并进行了初步评价。1966~1975 年间开展了 1:100 万、1:50 万航磁测量,部分地区进行了 1:5 万地面磁测,同时在磁异常检查中先后发现了肯德可克、尕斯库勒、野马泉等铅、锌、铁矿床。较大规模的矿产地质调查工作自 20 世纪 70 年代后陆续开展,青海省地矿局先后在野马泉地区针对铁矿组织会战,探明了一批铁矿资源;80 年代后祁漫塔格及邻区地勘工作转入以铜多金属为主的矿产普查,发现了一批中—小型铅、银、锡矿床和大量的铁多金属矿点。近些年来,青海省有色地勘局等单位在肯德可克、黑山一带开展化探扫面及异常检查时,发现了独立的金、钴、铀矿体。

最早的区域地质调查正式文献资料应属《柴达木幅 1:100 万地质图及说明书》(地质部石油地质局综合研究队西北区队,1964),1:100 万柴达木幅地质矿产图并非是实测而成,属综合编图性质,综合编图主要利用 1954~1961 年青海省 1:20 万区调、1:5 万~1:20 万区域地质普查及勘探、科研的成果资料,提交了 1:100 万地质图、矿产图及说明书,祁漫塔格地区位于该 1:100 万图幅西南角,但该地区除那陵格勒河北部极少地区外,其他地区未进行过任何形式的地质调查工作,因此,1:100 万柴达木幅地质图中祁漫塔格地区除那陵格勒河以北地区依据邻区资料做了概略编图外,其余地区留为空白。1982~1985 年,新疆地矿局区调队完成了若羌县幅 1:100 万区域地质调查并内部出版了该报告。

系统的中比例尺区域地质调查工作始于 1978 年。1983 年,青海省地矿局第一区调队完成了 J-46-[26](伯喀里克幅)、J-46-[27](那陵格勒幅)、J-46-[28](乌图美仁幅)1:20 万区域地质调查(联测),内部出版了三幅联测的地质图与区域地质调查报告,1986~1992 年青海省地质局区调综合地质大队先后完成了 1:20 万土窑洞幅、茫崖幅区域地质、矿产调查,1:20 万塔鹤托坂日幅(J-46-[32])、可可西里湖幅(I-46-[2])区域地质调查。

2000~2005 年由中国地质调查局组织实施的国土资源大调查全面开展了我国西部空白区的 1:25 万区域地质调查,随着这一批区调图幅完成,祁漫塔格及邻区全面覆盖了中比例尺的区域地质调查。

2005 年以来,祁漫塔格地区开始了大规模的 1:5 万区域地质矿产调查工作,目前已结题或正在开展调查的图幅有 37 幅之多,基本可以覆盖青海省境的祁漫塔格山脉。

可以看出,中比例尺的地质调查工作已覆盖了全区,地质调查工作基础是比较好的,特别是在库郎米其提—布喀达坂峰一带开展的 1:25 万区域地质调查形成了一个工作程度

相对较高、南北向横跨整个东昆仑造山带的地质走廊带，为全面解剖祁漫塔格及邻区的地质构造特征打下了良好的基础。相对而言，涉及东昆仑造山带的专题研究工作是不平衡的，已开展的专题研究工作主要集中于青藏公路沿线及其以东地区，西段北部（即祁漫塔格山脉）专题研究工作开展也相对较多，一方面，西段北部为青海省十分重要的一个铁多金属成矿带，其中野马泉地区是青海省重要的铁多金属矿集区，20 世纪 60 ~ 70 年代在野马泉地区发现铁矿，此后青海省地质局等单位在这里开展了近十年的铁矿会战。近年来，又陆续发现了白干湖超大型钨锡矿田等一批矿床，因此受到地学界的关注。该区始终是地质工作者勘探或研究的热点地区，同时这些地区通行条件及自然地理条件相对较好，依托花 - 格公路，大部地区可以便利涉足，所以自 20 世纪 80 年代以来涉及东昆仑造山带西段北坡的专题研究工作非常多，发表了一大批科研论著。基于这些研究，祁漫塔格地区的基本地质构造格架、地层系统及侵入岩岩石序列的基本轮廓已经形成，成矿规律研究与成矿预测水平也取得了长足的进展。东昆仑西段南部，大体以那陵格勒河断裂为界向南至可可西里的广大地区，为广漠的无人区，自新疆维吾尔自治区阿尔格山脉向东至博卡雷克塔格山脉是难以逾越的天然屏障，自然条件极端恶劣，因此，东昆仑西段南坡只有在 1989 ~ 1990 年，由中国科学院和青海省政府共同组队，进行了可可西里地区综合科学考察，在东昆仑山脉与可可西里山脉接壤地带开展了一些综合考察，除此之外，这些地区基本未开展过具有实地调查特征的地质科学研究工作。

二、研究现状及主要问题

（一）区域构造格架的认识

1. 区域构造格架

《青海省区域地质志》（青海省地质矿产局，1991）利用槽台说对祁漫塔格及邻区青海省境内部分做了系统的划分，由北向南分别为柴达木盆地台坳、祁漫塔格断褶带，东昆仑北坡断隆、柴达木南缘台缘褶带、北巴颜喀拉冒地槽带，《新疆维吾尔自治区区域地质志》（新疆维吾尔自治区地质矿产局，1993）对新疆境内的划分是东昆仑褶皱系，由北向南进一步划分为古尔嘎坳陷、祁漫塔格优地槽褶皱带，阿尔喀山冒地槽褶皱带。这些认识虽有历史的局限性，但对研究区基本地质构造格架轮廓的判断是准确的，特别是对这几个构造单元边界断裂的认识至今仍是有意義的，这些断裂分别是昆北断裂带（由格尔木隐伏断裂及那陵格勒河断裂组成）、昆中断裂、博卡雷克塔格 - 阿尼玛卿深断裂带（昆南断裂）。此后，在东昆仑地区的区域构造格架研究中，虽然构造格架建立的名词术语体系不同以及区域构造研究的理论基础不同，产生了不同的构造单元划分方案，但基本构造格局并无本质的变化。

20 世纪末，昆仑及邻区构造格架的建立开始以板块构造学说为理论基础划分，并由此引发了“昆中断裂”与“昆南断裂”的争论。肖序常等（1986）、高延林等（1998）提出昆仑中央主脊大断裂（昆中断裂）是塔里木板块（或柴达木 - 中祁连板段）与华南 - 东南亚板块（或羌巴松板段）之间的加里东缝合带，并认为华力西秀沟 - 玛沁断裂很难解释为缝合带，此前关于这两板块在青海的界线多数人（李春昱等，1982；肖序常

等, 1983; 黄汲清等, 1984) 认为是昆仑南缘的秀沟 - 玛沁断裂, 并认为是华力西期 - 印支期的缝合带。姜春发 (1992) 以开合构造论述了东昆仑的地质构造特征, 认为中央造山带位于两种不同性质基底之上, 具三带结构: 北带是古生代造山带, 为北中国硬基底板块南部大陆边缘, 属古亚洲构造域; 南带是印支造山带, 为南中国板块北部大陆边缘, 属特提斯构造域; 中带为前寒武纪变质杂岩带和花岗岩带, 属古老基底残块。任纪舜 (1999) 指出, 中国所在的东亚大陆并不是以一个巨型前寒武纪为主体形成的单一大陆, 而是众多微陆和造山带组合而成的复合大陆, 将组成东亚大陆的微陆分为三个陆块群, 即亲西伯利亚陆块群、亲冈瓦纳陆块群和古中华陆块群, 在中国大地构造图 (任纪舜等, 1999) 中, 祁漫塔格及邻区位于昆仑 - 祁连 - 秦岭造山系东昆仑造山带, 并且以昆中断裂为界以北为加里东带、以南为华力西带及印支带, 昆中断裂带属昆仑 - 秦岭缝合带 (扬子 - 燕山多旋回缝合), 木孜塔格 - 玛沁缝合带 (昆南断裂) 属印支次缝合带。

对青藏高原北部这种条块镶嵌的构造格局的认识已成共识, 大板块的思想已逐渐被人们摒弃, 昆中断裂、昆南断裂的争论也就不存在了。但对这种构造格局的理解仍有不同意见, 潘桂棠等 (1997, 2001, 2004) 提出并多次论述了青藏高原多岛弧 - 盆系格局机制, 认为全球洋陆演化史, 至少从中新元古代以来就存在三个以上的大陆群和大洋并存的洋陆分布时空格局, 晚前寒武纪以来, 全球可分为劳亚古陆块群、冈瓦纳古陆块群和泛华夏古陆块群, 它们各成体系并具独特的地质演化过程。作为东特提斯构造域主体的青藏高原, 整个显生宙发育了一系列弧 - 盆系统, 班公湖 - 丁青 - 碧土 - 昌宁 - 孟连带是冈瓦纳大陆的北界 (潘桂棠等, 1997), 以该对接带为界, 自北东向南西划分为三大弧 - 盆系: ①泛华夏大陆早古生代秦祁昆弧 - 盆系; ②泛华夏大陆晚古生代藏北 (羌塘) - 三江弧 - 盆系; ③冈瓦纳北缘晚古生代 - 中生代冈底斯 - 喜马拉雅 (西藏群岛) 弧 - 盆系。包括祁漫塔格在内的东昆仑造山带是泛华夏大陆早古生代秦祁昆弧 - 盆系组成之一, 尹福光 (2003) 从多岛弧盆系的形成与演化进一步讨论了昆仑造山带的特点, 泛华夏大陆的西南缘——昆仑带只是在弧后海底扩张、弧 - 弧碰撞、弧 - 陆碰撞的多岛弧造山作用、向南不断增生过程中形成的, 从北往南由库地 - 其漫于特 - 奥依塔格北断裂和康西瓦 - 苏巴什 - 东昆中断裂将昆仑造山带分割成早古生代弧后盆地、泛华夏大陆前锋弧、弧前增生体三部分; 晚古生代弧盆系形成于早古生代的残余弧及弧前增生体之上。基于上述学术思想, 在最新的青藏高原构造单元划分中 (潘桂棠等, 2002), 祁漫塔格及邻区由北向南可以划分出 5 个主要构造单元, 分别为柴达木陆块、北祁漫塔格早古生代岩浆弧及祁漫塔格早古生代结合带、昆仑陆块、南昆仑俯冲碰撞杂岩带、玉龙塔格 - 巴颜喀拉双向边缘前陆盆地褶皱带 (图 1-1)。多岛弧盆系思想的核心如尹福光 (2003) 等的总结, 自从 Rodinia 超大陆在新元古代解体之后, 冈瓦纳大陆群与泛华夏大陆群间从新元古代至中生代始终存在一大洋——特提斯洋, 当大洋壳向泛华夏陆块群分阶段俯冲时, 使其大陆边缘裂离, 形成弧盆系。弧前沉积体随着俯冲的进一步发展, 以及弧后盆地萎缩, 增生在岛弧之上; 当大洋板块再一次俯冲时, 又在早期的残余弧和增生体上裂离与增生。这样从北至南就形成了多条时代从老到新的混杂岩带和火成岩带, 这一认识的核心是“永久特提斯”的问题, 最近潘桂棠系统总结了“永久特提斯”的主要立论依据 (潘桂棠等, 2004): 班公湖 - 怒江缝合带以南为 5.5 亿 ~ 6 亿年的泛非基底, 以北相当于扬子大陆裂离的微陆块, 为 10 亿年左右的晋宁基底, 古生代特提斯大洋南侧、印度板块北侧连续 5 亿多年的海相沉积记

录, 古生代特提斯大洋北侧多岛弧盆系的发育等。

可以看出, 祁漫塔格及邻区基本构造格架认识主要经历了槽台说, 经典的板块构造学说及开合构造, 一直到近年来的多岛洋及多岛弧盆系等几个重要的认识过程。

2. 祁漫塔格及邻区构造单元边界断裂的认识

祁漫塔格地区区域性构造方向近北西西向, 自北而南分别有昆北断裂带、昆中断裂带和昆南断裂带(姜春发, 1992)。

(1) 昆北断裂带与祁漫塔格蛇绿混杂岩带

《青海省区域地质志》(青海省地质矿产局, 1991)认为昆北断裂带主断裂有两条, 即格尔木隐伏断裂(F_5)和那陵格勒河断裂(F_3), 两断裂均呈现隐伏或半隐伏状态, 在格尔木附近相交, 并认为那陵格勒隐伏断裂构成祁漫塔格断褶带与东昆仑北坡断隆的分界线, 格尔木以西的格尔木隐伏断裂构成了柴达木盆地台坳与祁漫塔格断褶带的分界线, 在格尔木以东构成了柴达木盆地台坳与东昆仑北坡断隆的分界线, 上述定义的昆北断裂的大地构造含义并不是清楚的。

昆仑早古生代造山作用最早被提及的是东昆仑的祁漫塔格加里东地槽(黄汲清等, 1980; 新疆地质矿产局第一区域地质调查队, 1986), 最近的1:25万区域地质调查(青海省地质调查院, 2004b; 陕西省地质调查院, 2003)先后提出该加里东地槽内存在蛇绿岩, 陈隽璐等(2004)在新疆东昆仑祁漫塔格山南缘黑山新发现的蛇绿岩主要由堆晶杂岩和大洋拉斑玄武岩残片组成, 具有构造变形弱, 蛇绿岩保留厚度较小的特点。祁漫塔格山脉西部鸭子泉一带也有蛇绿岩的报道(杨金中等, 1999), 因李曰俊等(2000)在鸭子泉大坂铁石达斯群中发现了早石炭世放射虫, 故杨金中等(1999)认为鸭子泉蛇绿岩形成时代也为早石炭世, 祁漫塔格东部十字沟一带的镁铁质-超镁铁质岩及其与之在空间上紧密共生滩间山群玄武岩也被认为属蛇绿岩(青海省地质调查院, 2004b), 其中块状玄武岩、辉绿岩、辉长岩和辉橄岩的Sm-Nd等时线年龄分别为 $468 \pm 54\text{Ma}$ 、 $449 \pm 34\text{Ma}$ 、 $466 \pm 3.3\text{Ma}$ 。关于构造属性, 潘桂棠等(1997)、尹福光等(2003)认为属早古生代弧后盆地, 潘桂棠等(2002)在新的青藏高原及邻区大地构造单元划分中首次提出了祁漫塔格结合带的术语, 最近完成的青海省1:100万大地构造图(张雪亭等, 2007)认为其为有限小洋盆闭合的产物, 并提出祁漫塔格-都兰新元古代-早古生代缝合带的概念, 王岳军等(1999)也认为祁漫塔格地区可能不存在成熟大洋, 而是以大陆裂谷或初始洋盆为特征。看来祁漫塔格构造带的工作程度较低, 其构造属性及年代学等方面需要进一步研究。

上述分析引出了另一个问题, 即昆北断裂带与祁漫塔格加里东地槽的关系问题, 在1:100万青海省大地构造图(张雪亭等, 2007)中也重新标出了这个加里东地槽的位置, 并称为祁漫塔格-都兰新元古代-早古生代缝合带。该缝合带在祁漫塔格地区的南部边界断裂称为野马泉-都兰断裂, 为缝合带主断裂, 并认为此断裂即为昆北断裂, 这里的昆北断裂与其原始定义就不一致了, 野马泉-都兰断裂相当1:25万库郎米其提幅(青海省地质调查院, 2004b)中的阿达滩北缘断裂, 建议昆北断裂的位置及含义应当沿用最初命名者的意见(青海省地质矿产局, 1991), 祁漫塔格结合带(缝合带或弧后盆地、裂陷槽)的南界断层应为阿达滩断裂(F_4)。

(2) 昆中断裂

祁漫塔格及邻区昆中断裂研究程度是较低的,直至 1:25 万区调填图完成后(青海省地质调查院,2004a;新疆维吾尔自治区地质调查院,2003)昆中断裂的西延问题才基本解决。东昆中断裂在青藏公路以东地区的研究者相对较多,但至今为止,仍有一些问题争论不休,如断裂内典型的蛇绿岩的存在与否及其时代归属等问题(高延林等,1988;姜春发等,1992;解玉月,1998;朱云海等,1999;潘裕生等,1996、2001;Yang et al., 1996;王秉璋等,2001;陆松年等,2002)。高延林等(1988)据清水泉蛇绿岩的发现,最早提出昆仑山中央大断裂为早古生代缝合带,并且认为昆中古缝合带就是青海境内柴达木地块与华南地块的界线,但潘裕生等(1996)指出,加里东运动导致原特提斯洋闭合,形成青藏高原第五缝合带,主缝合带为西昆仑的库地-苏巴什缝合带,东昆仑与西昆仑不同,(东)昆中断裂不是一条缝合带,而是一条未成洋的初始裂谷闭合产物,东昆仑早古生代不存在成熟的大洋盆地,不代表原特提斯的主洋盆,西昆仑的第五缝合带未直接延入东昆仑。

解玉月(1998),朱云海(1999),王国灿(1999)等提出东昆中断裂带中存在多期蛇绿岩组合,分别代表中元古代、新元古代-早古生代和晚古生代 3 次裂解成洋。这种认识值得商榷,中新元古代蛇绿岩的存在与否仍是不确定的,东昆中断裂带内有关中新元古代蛇绿岩的测年方法多为 Sm-Nd 等时线法(解玉月,1998;王秉璋等,2001;郑建康等,1989),年龄集中于 828~1480Ma,较可信的 U-Pb 同位素测年更支持蛇绿岩的形成时代为早古生代,Yang et al.(1996)利用单颗粒锆石 U-Pb 法在上述蛇绿岩中测得 518 ± 3 Ma 的年龄,陆松年等(2002)在蛇绿岩组合中的辉长岩取得 522.3 ± 4.1 Ma 的 TIMS 法锆石 U-Pb 年龄,这些成果证实了早古生代蛇绿岩的存在。尽管魏启荣等(2007)在东昆仑万保沟地区万保沟玄武岩中获得了锆石 SHRIMP U-Pb 谐和年龄为 1343 ± 30 Ma,但万保沟群玄武岩不具备洋脊玄武岩的特征,无法证明它属于一个消失了的洋壳的残片,因此东昆仑元古宙洋盆存在的依据是不足的;东昆中蛇绿岩带晚古生代蛇绿岩代表了东昆仑东端的一些特点,东昆中带的晚古生代蛇绿岩是兴海坳拉谷向西在东昆仑内形成的一个分支,该分支延伸很短,西界仅在塔妥煤矿一带,因此东昆中带应为早古生代洋及其闭合后形成的缝合带。看来,昆中带三次裂解成洋的观点是有问题的。从这些资料看,东昆中断裂代表早古生代昆中洋闭合的产物应当基本成为共识,但洋盆性质(大洋、小洋或弧后盆地)仍无法确定。

(3) 昆南断裂带

与西部的木孜塔格及东部的布青山、阿尼玛卿地区相比,研究区针对昆南断裂所做的工作较少,青海省地质调查院(2004a)在 1:25 万区域地质调查时对其进行了初步的调查,认为该地区昆南断裂的情况与格尔木南部东西大滩的情况一致,缺失了东昆仑东部及西部木孜塔格一带昆南断裂带内常见的蛇绿混杂建造,表现了隐伏缝合带的特征。因东昆南断裂带对祁漫塔格及邻区晚古生代以来的地质构造演化具有重要意义,因此这里对整个东昆南断裂带的研究现状做一个简要的总结及评述。

关于昆南断裂的区域构造意义主要争论点是洋盆的规模及洋盆发育的时间,张以蓓(1991,1993,1997)始终认为木孜塔格-阿尼玛卿带为裂谷或由裂谷进化而来的裂陷槽,冯益民等(2002)也持类似的观点,认为其中不存在洋壳残片,昆南带不是大洋盆

地；任纪舜等（2004）也明确指出，昆仑石炭纪-二叠纪海底裂谷带或可能的小洋盆在晚二叠世前就已经消失，三叠纪已不再有大洋型地壳存在，标志 Pangea 超大陆最终形成的晚二叠世之前的构造运动（相当于东吴运动）在整个青藏地区是普遍存在的，晚二叠世-三叠纪-侏罗纪 Pangea 超大陆裂解，形成 Suess 所说的特提斯海。东昆南蛇绿岩带最初是青藏高原地质调查大队一分队于 1982 年在野外确定并建立层序，最初的成果在 1986 年全国第三届基性-超基性岩会议上报道，并收录在该分队的专著《昆仑开合构造》（姜春发等，1992）中。近年来的研究更多支持昆南断裂带存在洋壳残片的（Yang et al., 1996；边千韬等，1999，2001；陈亮等，1999，2001；杨经绥等，2004），且向东可与勉略带相连（张国伟等，2003，2004）。一些学者（陈亮等，1999，2001；杨经绥等，2004，2005）相信阿尼玛卿蛇绿岩生成于典型洋脊环境，经历了程度高而且稳定的部分熔融过程，为典型 N-MORB 环境下生成的岩石圈残片，表明阿尼玛卿曾经存在过一个具有一定规模的成熟洋盆，为古特提斯洋盆的残迹。蛇绿岩的直接定年结果有单颗粒锆石年龄 SHRIMP $308.2 \pm 4.9\text{Ma}$ （杨经绥等，2004），玄武岩全岩 Ar-Ar 坪年龄 $345.3 \pm 7.9\text{Ma}$ （陈亮等，2001）。硅质岩（块）在布青山-玛积雪山一带分布较多，时代争论也最大，姜春发等（1992）在玛积雪山-布青山之间多处地段采集到放射虫，经王乃文教授鉴定时代为早中三叠世，其中玛积雪山西部给什根一带放射虫样品采自巨厚枕状熔岩之夹层中；潘桂棠（1997）于玛沁-甘德公路 14km 附近采集放射虫样品，经冯庆来教授鉴定时代为泥盆纪-石炭纪；张克信（1999）在花石峡西南部冻土站附近硅质岩中获得了大量放射虫样品，经冯庆来鉴定时代相当于紫松阶上部-隆林阶下部，应属环太平洋深水相放射虫动物群；边千韬（1999）在布青山-牧羊山蛇绿混杂岩硅质岩中分离出了可疑的早古生代放射虫，在得力斯坦沟分离出了可疑的早石炭世放射虫。已有的这些资料可确定洋壳形成时段主要在石炭纪-二叠纪，尚无证据指示三叠纪洋壳的存在。

Molnar 等（1987）首先报道了在本孜塔格北坡发现蛇绿岩，潘裕生等在 1987~1992 年的喀喇昆仑山-昆仑山地区综合科学考察中证实了这条蛇绿岩带的存在（潘裕生等，2000），并认为其向西与麻扎-康西瓦断裂带，向东与西大滩断裂带相连，为青藏高原内的第四缝合带。之后许多学者对该带针对本孜塔格-鲸鱼湖断裂及其中的蛇绿岩开展了研究工作并发现了早石炭世放射虫（兰朝利等，2002；李卫东等，2001；吴峻等，2005），这些成果表明本孜塔格蛇绿岩的情况与布青山-阿尼玛卿山是相似的。

边千韬等（1999）于阿尼玛卿蛇绿岩带中发现了早古生代和早石炭世-早二叠世蛇绿岩，提出阿尼玛卿蛇绿岩带是一条包含有早古生代、早石炭世-早二叠世和晚二叠世-中三叠世三个时代蛇绿岩的复合蛇绿混杂岩带。对于昆中蛇绿岩带之南阿尼玛卿地区得出的早古生代年龄，包括岩浆岩年龄和变质年龄将如何解释？是否也存在早古生代蛇绿岩？这显然是一个新问题。除了边千韬等（1999，2001）获得的证据（即在阿尼玛卿西段布青山蛇绿混杂岩中发现奥陶纪疑源类化石以及测得该地区英云闪长岩 $402 \pm 24\text{Ma}$ 的锆石 U-Pb）年龄外，杨经绥等（2005）在阿尼玛卿蛇绿岩带东段的德尔尼地区也获得一些加里东旋回的记录证据。以上证据说明在阿尼玛卿地区早古生代蛇绿岩不仅在年代学上有显示，而且空间上也有较好的保留。因此昆南断裂的构造意义及演化特征均需进一步研究。

(二) 区域地层

《青海省区域地质志》(青海省地质矿产局, 1991), 《青海岩石地层》(青海省地质矿产局, 1997), 《新疆维吾尔自治区区域地质志》(新疆维吾尔自治区地质矿产局, 1993), 《新疆维吾尔自治区岩石地层》(新疆维吾尔自治区地质矿产局, 1997), 《青海祁漫塔格晚古生代地层》(刘广才等, 1987) 等著作基本上系统建立起来了祁漫塔格及邻区的地层系统。本书重点介绍并讨论祁漫塔格及邻区近年来地层及沉积方面取得的新进展。

(1) 下古生界

朱夏等(1964)将祁漫塔格地区下古生界称为“铁石达斯”岩群,《青海省岩石地层》(青海省地质矿产局, 1997)认为这套下古生界槽型沉积与柴北缘滩间山群相似, 废除了铁石达斯群, 采用滩间山群命名青海省境内祁漫塔格地区的下古生界。《新疆维吾尔自治区岩石地层》使用祁漫塔格群来命名新疆境内祁漫塔格地区的下古生界。近年来祁漫塔格地区下古生界调查的一大进展是黎敦朋等(2003)从滩间山群(祁漫塔格群)中解体出了一套志留纪浊积岩相地层, 含 *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Monograptus priodon* (Bronn), *Monograptus* sp., *Streptograptus* cf. *becki* 等早志留世笔石动物群。该套地层的确定在祁漫塔格地区早古生代地质演化历史中具有重要的意义, 整个青海北部的秦祁昆加里东造山系内的志留纪地层多被认为属于典型的前陆盆地沉积, 形成于碰撞造山阶段, 如北祁连造山带的肮脏沟组(杜远生等, 2004)、中南祁连造山带的巴龙贡嘎尔组及柴北缘造山带的赛什腾组(张雪亭等, 2007)等, 黎敦朋等(2003)认为白干湖组具有浊积扇向海推进的弧后盆地沉积特征, 这一认识值得商榷, 作为弧后盆地笔者感到依据不足, 因此白干湖组所代表的沉积环境及形成的古构造背景是需要进一步讨论的一个科学命题。

(2) 泥盆系

东昆仑造山带中东部地区缺失海陆交互相上泥盆统, 海陆交互相上泥盆统仅出露在祁漫塔格以西地区, 据陈守建等(2007), 东昆仑海陆交互相地层晚泥盆世黑山沟组、哈尔扎组以及陆相地层牦牛山组形成于温暖湿润的陆相、滨浅海相沉积环境, 为典型的伸展型磨拉石建造, 标志着晚古生代裂解的开始, 与柴达木周缘晚泥盆世牦牛山组形成于相同的沉积环境, 是晚古生代盆地演化开始的标志, 其物质来源亦为南部的造山带隆起区。除了青海东部的西倾山地区外, 东昆仑造山带海相中下泥盆统也仅出露在祁漫塔格以西地区, 东昆仑造山带西段的中下泥盆统称为布拉克巴什组, 最近叶占福等(2004)报道在布喀达坂地区也发现了该套海相泥盆纪地层, 这是迄今为止在东昆仑发现的海相中下泥盆统的最东端露头。陈守建等(2007)利用祁漫塔格及邻区新近完成的大量 1:25 万填图资料对这些地区的海相中下泥盆统进行了系统的总结, 认为昆仑造山带早-中泥盆世主要为海相沉积, 与其上、下地层均为角度不整合接触, 东昆仑下-中泥盆统分布于昆中、昆南区, 沉积物在三维空间上具有北厚南薄的楔状体特点, 时间序列上表现为由深到浅的沉积特征, 物源主要来源于北部北昆仑早古生代造山带, 南部为次要物源区, 昆仑造山带下-中泥盆统形成于早古生代末的加里东碰撞造山运动的山前地带, 作为造山运动的沉积响应, 表现为前陆盆地沉积特征。

从上述简要的论述可以看出, 从沉积盆地分析的角度出发, 祁漫塔格及邻区早中泥盆

世阶段似为碰撞阶段的产物,晚泥盆世则代表了后造山的伸展阶段。

(三) 火成岩

东昆仑造山带岩浆活动非常发育,该带是青藏高原内部可以与冈底斯带相媲美的一条巨型构造岩浆岩带(莫宣学等,2007),从元古宙到中生代间歇性火山喷发与岩浆侵入频繁交替(袁万明,2000)。岩浆活动主要发育在新元古代晋宁期、早古生代加里东期、晚古生代—早中生代华力西—印支期,尤其以花岗岩类侵入岩巨量出露为特征。通过近期区域地质调查及东昆仑东、西两段构造岩浆演化历史的对比研究,认为东昆仑西段与东段相似,主要由加里东、华力西—印支两个构造岩浆旋回构成(罗照华等,1999;莫宣学等,2005)。本书主要对祁漫塔格及邻区加里东、华力西—印支两个构造岩浆旋回火成岩的研究进展做一个综述。为了便于区域对比,介绍清楚已有研究成果所在的构造位置,东昆仑地区构造格架划分采用潘桂棠等(2002)的方案(图1-1)。关于大陆碰撞的术语,不同作者有不同的含义。Liegeois等(1998)将陆—陆碰撞(collision)看做为主洋盆消失后较短的一次事件处理,碰撞之后的继续会聚直至后造山伸展之前,统称为后碰撞环境(post-collision setting);而Harris等(1986)则将碰撞作用看做广义的含义,洋盆消失之后的陆—陆碰撞及其后的继续会聚均看做同碰撞(syn-collision)。因此,Liegeois等(1998)的post-collision与Harris等的post-collision是完全不同的概念,本书所使用的与大陆碰撞有关的术语主要采用Liegeois等(1998)的定义。

1. 早古生代构造岩浆旋回

加里东岩浆旋回应当包括泥盆纪,本书按照板块构造理论分别论述祁漫塔格及邻区加里东旋回主要构造阶段火成岩的研究情况。关于火成岩,特别是侵入岩,主要引用时代依据相对确凿一些的文献,部分参考了一些综述性文献。

1) 裂解阶段。祁漫塔格及邻区早古生代阶段,裂解作用形成的火成岩记录似仅有前文所述的祁漫塔格及昆中蛇绿岩,这部分内容已在前文做了综合论述。

2) 俯冲阶段。王岳军等(1999)对祁漫塔格地区(文中称中昆仑)的花岗岩做了初步的总结,提出,加里东晚期花岗岩类岩石(430~370Ma)主要分布于祁漫塔格山北坡,具科迪勒拉I型花岗岩或ACG、PAG特征,代表活动大陆边缘或弧后盆地构造环境,表明加里东晚期祁漫塔格北坡至少存在洋壳的有限俯冲汇聚;张雪亭等(2007)在青海省1:100万大地构造图中确定了祁漫塔格山北坡—夏日哈新元古代—早古代岩浆弧带,主要依据是祁漫塔格北坡存在一套早古生代半深海—深海相活动型火山—沉积组合,其中火山岩属钙碱性系列,具岛弧型特征。遗憾的是,该套火山岩组合是没有时代依据的,因此,祁漫塔格及邻区加里东期洋陆俯冲作用形成的火山岩组合并不多见,且并无可靠的依据;东昆仑造山带东段(青藏公路以东地区)与洋陆俯冲作用相关的火成岩组合报道较多,陈能松等(2000)在东昆仑造山带东段都兰县香日德南部东昆仑山区一带侵入于元古宙苦海岩群(位于昆中断裂南侧—南昆仑俯冲碰撞杂岩带)的变形变质闪长岩体中取得的单颗粒锆石U—Pb年龄为 446.5 ± 9.1 Ma,并认为其形成于岛弧环境,潘裕生等(1996)等对诺木洪南三岔口北(位于南昆仑俯冲碰撞杂岩带)胡晓钦岩体的矿物Rb—Sr定年结果为 426.5 ± 2.9 Ma,该岩体构造属性尚不明确,潘裕生等(1996)对诺木洪南部(位于昆中断裂带内)诺木洪郭勒、哈拉郭勒一带(位于南昆仑俯冲碰撞杂岩带)奥

陶纪-志留纪地层中火山岩研究后确定出了该时期的钙碱性系列中基性火山岩特别类似于活动大陆边缘,朱云海等(2003,2005)对该地区的这些火山岩重新展开研究工作,确定出两套火山岩,其一为基性火山岩组合,特征接近于洋脊玄武岩,锆石 SHRIMP 年龄为 $419 \pm 5\text{Ma}$;其二为中基性火山岩组合(玄武岩+粗面安山岩+玄武质粗面安山岩+安山岩+英安岩),锆石 SHRIMP 年龄为 $401 \pm 6\text{Ma}$ 。构造环境判别接近于火山弧,可见东昆仑造山带东段与加里旋回洋陆转换相关的火成岩组合是存在的,但发育时间似有多种解释,即晚奥陶世、顶志留世-早泥盆世,仍需要进一步证实。

3) 碰撞、后碰撞及后造山阶段。2000 年以来祁漫塔格及邻区所开展的 1:25 万区域地质调查(新疆维吾尔自治区地质调查院,2003;青海省地质调查院,2004a,2004b)取得了一批奥陶纪-泥盆纪花岗岩的测年资料,但未进行系统总结,最近赵振明等(2008)利用这些资料做了讨论,提出大体沿新疆的阿其克库勒湖至青海的喀雅克登塔格一带(构造位置属昆仑陆块)1:25 万区调发现的早泥盆世花岗岩属后碰撞花岗岩;谌宏伟等(2006)采用锆石 SHRIMP 测年精确地测定了喀雅克登塔格杂岩体辉长岩和二长花岗岩的年龄分别为 $403.3 \pm 7.2\text{Ma}$ 和 $394 \pm 13\text{Ma}$,在祁漫塔格东部地区首次确定了早泥盆世幔源岩浆活动的存在,这一成果不支持早泥盆世碰撞造山的结论;在祁漫塔格造山带西段开展的 1:25 万阿牙克库木湖幅区域地质调查(陕西省地质调查院,2003)于祁漫塔格主脊厘定出两个超单元,第一为阿木巴勒阿土坎超单元(构造位置位于祁漫塔格结合带南部的昆中陆块北缘),岩石组合为角闪闪长岩+石英闪长岩+英云闪长岩+二长花岗岩+钾长花岗岩,在其中深沟中粗粒英云闪长岩单元中获单颗粒锆石 U-Pb 统计权重平均值年龄 $388.6 \pm 0.7\text{Ma}$ (中泥盆世),认为该超单元属于后碰撞阶段,第二为库木拉格超单元,位于鸭子泉构造混杂岩带与白干湖断裂之间(构造位置应属北祁漫塔格岩浆弧),岩石组合为石英闪长岩+英云闪长岩+二长花岗岩+钾长花岗岩,其中枯草沟似斑状二长花岗岩单元中获锆石 U-Pb 同位素年龄 $418 \pm 8.6\text{Ma}$ (顶志留世),认为该超单元形成于大陆碰撞造山阶段。郝杰等(2003)在祁漫塔格西段阿牙克库木湖北侧在其命名的阿牙克岩体中取得了角闪石 Ar-Ar 坪年龄为 $420 \pm 4\text{Ma}$,等时年龄为 $416 \pm 21\text{Ma}$,岩性为(斑状)二长花岗岩及斑状花岗岩,并认为其属于碱性岩,是早古生代末期东昆仑从挤压构造体系转化为伸展构造体系的产物。这一结论与谌宏伟(2006)的观点有相似之处,但笔者感觉这样的结论需要有更多资料的支持,造山后伸展作用的存在无法由一个并不是非常典型的岩体所能确定的。

这里特别简要介绍一下新近完成的 1:25 万不冻泉幅、库赛湖幅区域地质调查(中国地质大学,2006),该成果在走廊域外东部南昆仑俯冲碰撞杂岩带内花岗岩中取得了一批高精度同位素测年成果(表 1-1),这些成果显示,东昆仑南坡(昆南俯冲碰撞杂岩带内)加里东末期花岗岩形成的时间段为 $423 \pm 16\text{Ma} \sim 400 \pm 15\text{Ma}$,即顶志留世-早泥盆世,花岗岩岩石组合主要为花岗闪长岩+二长花岗岩+正长花岗岩(少)。

东昆仑东段(青藏公路东)关于加里东碰撞相关的侵入岩公开发表的文章较多,许荣华(1990)对格尔木南万宝沟岩体的锆石 U-Pb 定年结果为 $412.6 \pm 4.8\text{Ma}$,万宝沟岩体南部可见淡色电气石白云母花岗岩,张建新(2003)、余能等(2005)发现并确定了金水口过铝花岗岩,锆石 SHRIMP 测定结果表明,该岩体形成于加里东晚期 $402 \pm 6\text{Ma}$ (张建新等,2003),岩体岩性为石榴黑云堇青二长花岗岩和花岗闪长岩,这种花岗岩与 CPG