

阿尔金山东段拉配泉地区 前寒武纪及古生代构造演化

刘永顺 辛后田 周世军
滕学建 杨俊泉 吕惠庆 编著



地质出版社

阿尔金山东段拉配泉地区 前寒武纪及古生代构造演化

刘永顺 辛后田 周世军 编著
滕学建 杨俊泉 吕惠庆

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是 J46C001002 (石棉矿幅) 1:25 万区域地质调查 (修测) 项目的成果总结。全书集合了项目组 3 年中取得的大量实际资料, 并收集和研究了前人的资料和研究成果, 尽可能全面反映调查区近年来基础地质调查研究成果。对研究区地层、岩石、构造概况进行了系统阐述。重新厘定了区内前寒武纪基底变质岩系的物质组成和空间分布, 从中识别出新太古代 TTG 岩系, 证实了阿北地块五台期存在大规模地壳增生的地质事实, 建立了阿北地块前寒武纪年代构造格架; 建立了阿北地块古元古代精细的年代构造格架, 明确了吕梁期构造热事件在本区的存在以及汇聚造山的地质意义; 认为红柳沟—拉配泉结合带为一早古生代蛇绿构造混杂岩带, 研究了结合带内各构造岩片的大地构造相类型及其构造叠置关系, 探讨了蛇绿岩就位时代; 建立了拉配泉结合带中花岗岩浆事件序列。

本书可供从事区域地质调查、构造研究的人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

阿尔金山东段拉配泉地区前寒武纪及古生代构造演化/
刘永顺等编著. —北京: 地质出版社, 2010. 7

ISBN 978-7-116-06427-0

I. ①阿… II. ①刘… III. ①古生代-前寒武纪地质-地质构造-研究-新疆 IV. ①P548.245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 233419 号

责任编辑: 祁向雷 宫月萱

责任校对: 关风云

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) 82324508 (邮购部); (010) 82324577 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真: (010) 82310759

印 刷: 北京天成印务有限责任公司

开 本: 889 mm × 1194 mm^{1/16}

印 张: 13.75 图版: 16 面

字 数: 360 千字

版 次: 2010 年 7 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-06427-0

(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

本书是中国地质调查局天津地质矿产研究所承担的“J46C001002 (石棉矿幅) 1:25 万区域地质调查 (修测)” (任务书编号: 基 [2004] 004 - 06 号, 项目编号: 200413000006) 项目的成果总结, 书中较系统地反映了该地区近年来区域地质调查和科学研究的新成果。

该项目旨在充分收集、研究区内及邻区已有的基础地质调查资料和成果的基础上, 通过系统的区域地质调查, 查明区内地层、岩石、构造的基本层序和特征, 深入研究红柳沟—拉配泉一带蛇绿混杂岩带的时代、组成、结构及形成环境, 进一步厘定前寒武纪基底地层的组成、时代及划分, 注重该区阿尔金断裂及其两侧地质特征的研究和对比, 研究中新世代构造运动对古构造格局的改造作用。

研究区地处青藏高原北端的阿尔金山构造带中, 阿尔金断裂斜贯其中, 为柴达木地块、塔里木地块、祁连造山带、东昆仑造山带的交汇部位。但前人对于该区的基础地质矿产调查和研究程度较低。除简单的科学考察路线外, 直到 20 世纪 50 年代后期至 80 年代中期, 才以找矿为目的编著了不同比例尺的地质矿产图和地质矿产普查报告。80 年代初以来新疆维吾尔自治区地质矿产局和青海省地质矿产局等单位在该区分别进行了中小比例尺的区域地质矿产调查以及物化探扫面工作。因此, 该项目的成果对于进一步研究塔里木克拉通基底形成演化历史及其与华北地台的对比, 对于阿尔金山加里东期造山带地质研究等提供了重要的基础性地质资料。

书中各章节主要执笔人是: 刘永顺 (前言, 第二篇第一章、第二章第一节、第三章, 第三篇第一章, 第四篇第一章、第四章)、辛后田 (第一篇, 第二篇第四章, 第三篇第四章、第五章, 第四篇第三章, 结束语)、周世军 (第三篇第二章第三节、第三章)、滕学建 (第二篇第一章、第三篇第一章, 第四篇第一章)、吕惠庆、杨俊泉 (第二篇第二章第二节, 第三篇第二章第一节、第二节, 第四篇第二章), 第二篇第一章初稿由李福祥编写。最后由刘永顺、辛后田统编定稿。

陈博、李青海、毛德宝、张占武、王杰、赵选社、孔文年、钟长汀、韩峰等参加了该项目的部分野外工作, 陆松年研究员、于海峰研究员、李怀坤研究员和郑健康教授级高级工程师等对项目野外工作进行了实地指导, 赵风清研究员、苗培森教授级高级工程师、谷永昌教授级高级工程师、李荣社教授级高级工程师、李惠民研究员、王惠初研究员、牛绍武研究员、孙淑芬研究员等同志参与了项目的部分室内工作或给予了项目完成很大的帮助, 在此一并致以衷心的感谢。

目 次

前 言

第一篇 区域地质构造背景及构造单元划分

一、大地构造位置	(1)
二、构造单元划分	(1)
三、主要边界断裂	(2)

第二篇 前寒武纪基底地质特征

第一章 地层	(7)
第一节 新太古界米兰岩群 ($Ar_3M.$)	(7)
一、宏观地质及岩石组合特征	(7)
二、剖面描述	(8)
三、区域对比及时代归属	(11)
第二节 古元古界达肯大坂岩群 ($Pt_1Dk.$)	(14)
一、宏观地质及岩石组合特征	(14)
二、剖面描述	(15)
三、区域对比及时代归属	(16)
第三节 新元古界蓟县-青白口系索尔库里群	(17)
一、岩石地层划分	(17)
二、岩相类型、基本层序及层序地层划分	(22)
三、区域对比及时代归属	(25)
第二章 岩浆岩	(26)
第一节 新太古代变质深成体	(26)
一、英云闪长质片麻岩体 (Ar_3gn^{780})	(26)
二、二长花岗质片麻岩 (Ar_3gn^{77})	(33)
第二节 古元古代变质侵入岩	(34)
一、片麻状闪长岩 ($Pt_1\delta$)	(35)
二、片麻状石英二长闪长岩 ($Pt_1\eta\delta o$)	(38)
三、片麻状石英正长岩 ($Pt_1\xi o$)	(41)
四、碳酸岩 ($Pt_1\kappa c$)	(44)
五、基性岩墙群 (Pt_1N)	(46)
六、古元古代侵入岩演化规律及成因与构造环境	(47)
第三章 变质岩及变质作用	(51)
第一节 区域变质岩	(51)
一、区域变质岩类型和特征	(51)
二、岩石地球化学特征及原岩恢复	(54)
第二节 区域性混合岩	(66)
第三节 区域变质作用	(67)

一、主要变质矿物特征	(67)
二、变质相带划分	(74)
三、变质作用的温-压条件估算	(77)
四、变质作用期次和变质时代	(78)
第四章 构造形迹特征	(81)
第一节 构造层主要特征	(81)
第二节 基底变质岩构造形迹	(81)
一、面理构造	(82)
二、褶皱构造	(83)
三、线状构造	(83)
第三节 构造变形序列	(84)
第四节 构造旋回及前寒武纪地质演化	(84)
一、五台旋回	(84)
二、吕梁期构造旋回	(85)
三、中新元古代盖层沉积	(87)

第三篇 拉配泉地区红柳沟-拉配泉加里东期结合带区域地质特征

第一章 地层	(89)
第一节 早古生界寒武-奥陶系拉配泉岩群划分	(89)
一、宏观地质及岩石组合特征	(89)
二、剖面描述	(91)
第二节 区域对比及时代归属	(96)
第二章 岩浆岩	(99)
第一节 早古生代奥陶纪基性侵入岩	(99)
一、地质特征	(99)
二、岩石学特征	(99)
三、岩石地球化学特征	(100)
四、成因类型及构造环境	(101)
第二节 奥陶纪-志留纪中酸性侵入岩	(103)
一、克孜勒乌增东闪长岩体	(103)
二、喀腊大湾中游东石英闪长岩-花岗闪长岩-黑云母二长花岗岩体	(106)
三、大板布拉克花岗闪长岩-二长花岗岩体	(109)
四、乌鲁尼克齐勒萨依花岗闪长岩-二长花岗岩体	(111)
五、拉配泉北西似斑状花岗闪长岩-似斑状二长花岗岩体	(113)
六、克孜勒塔斯似斑状二长花岗岩体	(114)
七、大平沟正长花岗岩体	(116)
八、玉勒肯塔赫塔依片麻状花岗闪长岩体	(118)
九、奥陶纪-志留纪中酸性侵入岩成因类型与构造环境	(120)
第三节 寒武-奥陶纪火山岩	(122)
一、早古生代寒武-奥陶纪火山岩地质特征	(122)
二、喷发韵律、旋回及火山岩相	(123)
三、岩石地球化学特征	(127)
四、形成时代及构造环境	(133)

第三章 蛇绿混杂岩	(136)
第一节 基本地质特征	(136)
第二节 岩石组合及其特征	(138)
第三节 岩石化学和地球化学特征	(140)
一、岩石化学特征	(140)
二、稀土元素特征	(144)
三、微量元素特征	(144)
第四节 蛇绿混杂岩的形成时代、环境及就位机制讨论	(145)
一、蛇绿混杂岩的形成时代	(145)
二、蛇绿混杂岩的形成环境	(145)
三、蛇绿混杂岩就位机制探讨	(146)
第四章 构造变形特征	(149)
第一节 褶皱构造	(149)
第二节 断裂构造	(150)
第三节 构造变形序列	(153)
第五章 结合带洋-陆转化过程	(155)

第四篇 拉配泉地区晚古生代以来区域地质特征

第一章 地层	(158)
第一节 晚古生界石炭-二叠系因格布拉克组	(158)
一、宏观地质及岩石地层特征	(158)
二、生物地层划分	(161)
三、区域对比及时代归属	(163)
第二节 中生界中、下侏罗统大煤沟组	(164)
一、宏观地质及岩石地层特征	(165)
二、地层层序及形成环境	(169)
三、区域对比及时代归属	(169)
第三节 新生界古近系-新近系	(169)
一、宏观地质特征及基本层序特征	(169)
二、剖面描述	(171)
三、古近系-新近系沉积层序及形成环境	(173)
四、区域对比及时代归属	(174)
第四节 新生界第四系	(175)
一、中更新统冰碛、冰水堆积 ($Qp_2^{gl-gl'}$)	(175)
二、上更新统冲洪积堆积 (Qp_3^{apl})	(175)
三、上更新统-全新统冲洪积堆积 ($Qp_3 - Qh^{apl}$)	(176)
四、上更新统冲洪积 + 全新统风积堆积 ($Qp_3^{apl} + Qh^{eol}$)	(176)
五、全新统洪冲积堆积 (Qh^{pal})	(176)
六、全新统湖沼沉积 (Qh^f)	(177)
七、全新统风积 (Qh^{eol})	(177)
第二章 侵入岩	(178)
第一节 晚古生代二叠纪侵入岩	(178)
一、花岗闪长岩 ($P_1\gamma\delta$)	(178)

二、二长花岗岩 (P ₁ ηγ)	(183)
三、二叠纪侵入岩成因类型和构造环境	(185)
第二节 中生代侵入岩	(186)
一、三叠纪侵入岩 (Tηγ)	(186)
二、白垩纪正长花岗岩 (Kξγ)	(190)
第三章 阿尔金断裂系	(192)
第一节 阿尔金断裂	(192)
一、拉配泉地区阿尔金断裂的一般特征	(192)
二、阿尔金断裂的活动时限	(193)
第二节 新构造运动	(196)
一、新构造运动的构造变形形迹	(196)
二、新构造应力场特征	(197)
三、山体隆升与盆-山耦合	(198)
第三节 晚古生代以来构造变形序列	(202)
第四章 拉配泉地区晚古生代以来地质构造演化	(203)
结束语	(205)
主要参考文献	(208)

第一篇 区域地质构造背景 及构造单元划分

阿尔金山东段拉配泉地区地处青藏高原北端的阿尔金山构造带，规模巨大的阿尔金走滑断裂斜贯其中，柴达木地块、塔里木地块、祁连造山带等在此交汇，构造位置非常重要。从太古宙以来，该区经历了长时间、多阶段、多样式和不同变形机制及不同构造层次的构造变形，不同性质、不同时期断裂的相互交织，形成了极其复杂的构造形迹；特别是印支运动以来，阿尔金断裂的持续脉冲式的活动以及阿尔金山的隆升，造成了现今的构造地貌格局。

一、大地构造位置

拉配泉地区位于阿尔金山东段，北邻塔里木盆地，南接柴达木盆地，规模巨大的阿尔金走滑断裂斜贯该区，构造位置非常重要，是国内外地质学者长期以来十分关注的地区之一。在长期的地质演化历史中，调查区历经新太古代—古元古代基底形成演化、加里东期海陆转换——碰撞造山、印支期盆地开裂以及阿尔金断裂活动、中生代阿尔金断裂左行走滑与盆-山耦合——高原隆升等构造旋回，尤其阿北地块的古元古代及以前的地质记录内容繁多，沿阿尔金断裂带的新生代盆地发育，新构造运动活动强烈，因此构造形迹极其复杂（图1-1-1）。

其大地构造位置不同的学者具有不同的认识。张良臣等认为阿尔金山主体（阿尔金山南缘断裂以北地区）属塔里木-华北板块的陆缘地块；李天德等认为塔里木和柴达木及其间的阿尔金山同属为一个地台，并由此提出了“西域地台”；程裕淇等称之为塔里木南缘铁克力克-阿尔金山中元古代裂谷带；迟国彬认为是东昆仑-阿尔金山陆缘活动带；任纪舜等认为属昆仑褶皱系阿尔金山优地槽褶皱带；葛肖虹提出了“西域板块”的概念，认为华力西期以来包括秦祁昆在内的西部中国构成了一个刚性块体；刘训等认为阿尔金山可能是晚古生代造山带；崔军文等认为柴达木“地块”是由中、晚石炭世以来不同时期逆冲推覆（叠覆）体或逆冲推覆岩席的移置或增生“地块”（或地体）；郭召杰等认为阿尔金地区经历了从中元古代到新元古代的复合拼合历史。

此次工作认为，拉配泉地区所处的大地构造位置在不同的地质历史时期不同。阿北地块的早前寒武纪变质岩，保留了克拉通所特有的变质基底岩系的特点，未受到早古生代造山作用的强烈叠加，其上也存在安南坝群未变质的盖层，因此将其从阿尔金造山带中剔除，划归克拉通。由于其前寒武纪地质事件时序与华北地台具有可比性，因此其前寒武纪大地构造位置可能隶属于塔里木-华北板块；而阿尔金断裂以南以及阿尔金山造山带内部的基底组成与柴北缘和东昆仑可以对比，属于扬子板块或其他独立的板块的可能性较大。拉配泉结合带与滩间山结合带以及北祁连、东昆仑等结合带具有相同或相近的活动时间，表明上述基底块体在加里东期开始汇聚，形成一个统一的刚性块体，并被牦牛山期磨拉石建造覆盖。中生代开始活跃的阿尔金断裂是青藏高原北缘重要的构造形迹，可能受控于印度板块与西藏地块的汇聚，也造成了中央造山带的错断和加里东期构造带的破坏。

二、构造单元划分

构造单元的划分是对造山带演化规律的高度概括，它是建立在沉积建造、岩浆活动、构造变形和变质作用等具体地质事件及其时空配置的综合信息之上，以体现该区最基本的地质构造轮廓为根本出发点，所建立的具有时空特定含义的构造单位。

由于不同的研究者对于大地构造单元的概念理解不同，或者研究的方向不同，因此对于阿尔金山内部构造单元的划分争议较大。李天德等认为阿尔金地区以阿尔金断裂为界，两侧分属塔里木台块和柴达木台

块；青海省地质矿产局（1991）编著的青海省区域地质志也将该区阿尔金山南缘断裂之南划分为柴达木准地台柴达木北缘台缘褶皱带，认为东昆仑-柴达木-柴北缘和阿尔金山-塔里木在早古生代前是一个整体，晚古生代是地台活化阶段，而在晚三叠纪后柴达木和塔里木又合并在一起，进入陆内造山阶段；新疆维吾尔自治区地质矿产局（1991）编著的新疆区域地质志认为阿尔金山南缘断裂以北地区属塔里木地台，从南至北划分出阿尔金山断隆和塔里木台坳；许志琴等（2001）将阿尔金山以红柳沟-拉配泉带和江孜勒萨依-吐拉东为界可将阿尔金地区划分为阿拉善-敦煌地体、北祁连-北阿尔金山早古生代缝合带、祁连-阿尔金山地体、南祁连-南阿尔金山早古生代缝合带、柴达木-东昆仑地体5个构造单元；王永和等（2004）在1:25万苏吾什杰幅区调工作时，将阿尔金山造山带自北向南划分为阿北地块、阿北（红柳沟-拉配泉）早古生代蛇绿混杂岩带、阿中（金雁山-米兰河）地块、阿南（茫崖-库牙克）早古生代蛇绿混杂岩带。

根据物质组成及构造形迹特点，区内可划分为3个Ⅰ级构造单元、5个Ⅱ级构造单元（图1-1-1），各单元主要地质特征见表1-1-1。

三、主要边界断裂

1. 阿尔金断裂（ F_1 ）

该断裂位于阿尔金山南麓，沿确布特别勒-索尔库里呈NEE向展布，断裂带宽1500~4000 m，两端延出图幅。在遥感影像和地貌上该断裂线性特征明显，发育断裂谷地，沟谷两侧断层三角面、断层崖发育。在重力异常图中，沿断裂带为一个NEE向线性重力异常梯度带，航磁则显示为区域性带状分布的NE向异常带。

断裂带两侧在地质特征及发展历史上显著不同。北侧以古生代海相火山-沉积岩、加里东期花岗岩为主，含有石炭纪灰岩断块以及中生代陆相碎屑沉积地层的推覆体；构造线为近EW向，发育紧密褶皱和叠瓦状逆冲断裂系，变质作用为绿片岩相区域动力变质为主，总体为一个近EW向构造混杂岩带，其间地质体多断块接触。断裂南侧以达肯大坂岩群和古生代变质侵入岩为主，构造线方向为NW—NWW向，前者广泛发育塑性流动构造，变质程度可达角闪岩相的中深构造层次。区域上断裂南北两侧发育大量平行断裂方向的糜棱岩化带，显示了深大断裂的特征；同时，沿断裂展布方向发育古近纪以来的走滑拉分盆地。

2. 阿尔金山北缘深断裂（ F_2 ）

该断裂为一条近EW向的区域性断裂，位于阿尔金山北麓，西延出图过太平沟终止于红柳沟（约90°E），往西被塔里木盆地的第四系沉积物覆盖；东过安南坝（约93°E），延至阿克塞被阿尔金断裂所切断，东西延伸大约400 km。国家地震局“阿尔金活动断裂带课题组”（1992）称之为拉配泉断裂，在该区内该断裂并非通过拉配泉，而是沿喀腊大湾过拉配泉北，因此仍称阿尔金北缘断裂。航磁异常在断裂带上显示为EW向线性、条带状异常带。在化极上延20 km和3 km的水平一阶导数等值线图上，线性异常基本位移小，说明断裂产状较陡且向NW倾斜，断裂切割深度较大。重力布格异常在该断裂带上呈梯度带分布，梯度值达 $1 \times 10^{-8} \text{ s}^2$ ，重力水平一阶导数解译的断裂与磁航解译的吻合较好。断裂在遥感图像上线性特征清楚，在地貌上形成一条近EW向直线状沟谷。

该断裂为阿北地块和红柳沟-拉配泉蛇绿混杂岩带的边界断裂，南北两侧地质特征明显不同。其北侧以太古宙-元古宙米兰岩群及变质深成侵入岩为主，发育多期变形变质，变质程度可达高角闪岩相-麻粒岩相，构造变形以多期褶皱变形为主，构造线方向为NW向；断裂南侧则为元古代海相沉积岩系和古生代蛇绿混杂岩系，构造线以近EW向为主，发育紧闭褶皱和走向逆冲断裂等构造形迹以及大量平行断裂方向展布的基性-超基性岩体。

该断裂总体上近EW向展布，断层面总体呈北倾，具舒缓波状，倾角在40°~70°之间，通常在50°~55°左右，断裂破碎带宽800~1500 m。沿断裂带可见不同规模的构造透镜体和挤压破碎带、糜棱岩化带和片理化带等，可见不同构造层次的构造岩产出，包括断层角砾岩、碎裂岩、压碎岩、糜棱岩化岩石和糜棱岩，片理发育，变形砾岩中砾石被普遍拉长，长轴一般平行片理。

根据断裂带中次级断裂产状分析，阿尔金北缘断裂具有右旋剪切和逆冲性质，变形域从韧性向脆性和脆性转化，是一条具有较大规模多期次活动的断层。

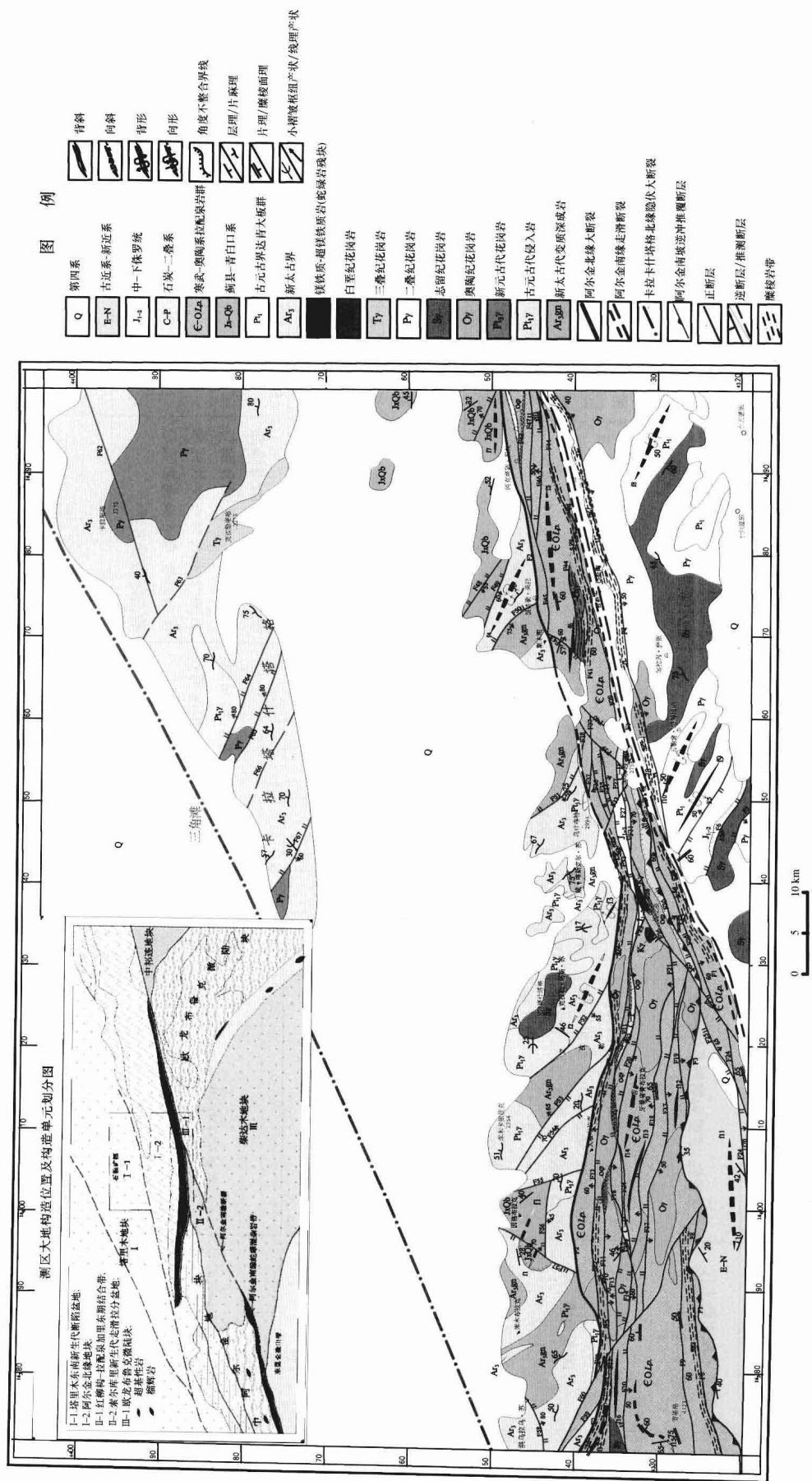


图 1-1-1 拉配泉地区构造纲要图

表 1-1-1 拉配泉地区构造单元划分及特征

构造单元		主要地质体	构造线方向	褶皱构造	断裂构造	其他特征	物化探、遥感影像特征
I 级	II 级						
塔里木 地块 I	塔里木东南新生代 断陷盆地 (I-1)	未见基岩, 主要为第四系风积物			差异性升降运动形成的 中新代凹陷		航磁、重力异常梯度带
	阿北地块 (I-2)	主要为米兰岩群麻粒岩相变质的 中酸性-基性火山岩系和具孔 兹岩系特征的变质岩系以及前 寒武纪 TTG 质、二长花岗岩片麻 岩侵入体, 基性岩墙脉	早期为 NW 向, 晚 期近 EW 向	米兰岩群和变质深成岩中 广泛发育无根褶皱、剪切褶 皱, 大型褶皱为轴向 NW 的 背、向形构造	早期以 NW 向韧性断裂 为主, 沿杂岩带南缘多见晚 期的 NEE 向韧性-韧脆性 断裂, 属阿尔金山北缘断裂	米兰岩群和变质 深成岩中广泛发 育片麻理、片理, 具麻粒岩相-角闪 岩相变质	航磁、重力为 NE 向异常带、遥 感影像为 NW 向线性和近 EW 向线性构造, 并且近 EW 向截 断 NW 向构造
阿尔金 山构造 带 II	红柳沟-拉配泉 加里东期结合带 (II-1)	以奥陶系拉配泉岩群火山-沉积 岩为主, 间夹元古宙-古生代构 造岩片(块)、及古生代基性超基 性侵入岩、中生代侵入岩	近 EW 向	仅发育近 EW 向宽缓褶皱, 多被后期断裂切割破坏而 残缺不全	发育数条近 EW-NE 向断 裂, 使地质体间多为断层接 触, 断层面性质以逆断层为 主, 倾向多为北倾, 规模大 小不等, 边界断裂规模最大	断裂附近发育剪 切片理, 具不均匀 绿片岩相变质	航磁及重力呈近 EW 向和 NE 向异常带, 遥感影像中线性构 造清晰
柴达木 地块 III	索尔库里新生代 拉分盆地 (II-2)	以古近系下干柴沟组、新近系上 干柴沟组和油沙山组为主	NEE 向	发育走向 70° 左右的向斜, 褶皱轴呈舒缓波状两翼产 状较缓, 一般小于 25°	其边缘以阿尔金山南缘断 裂和喀腊大坂断裂分别与 红柳沟-拉配泉古生代蛇绿 混杂岩带、柴北缘前寒武纪 构造杂岩带为界		NE 向航磁负异常带
	欧龙布鲁克微 陆块 (III-1)	以元古代达肯达坂岩群和晚 古生代中酸性侵入岩为主, 少量 中生代中酸性侵入岩	近 EW 向	发育轴向 NW 褶皱, 轴面倾 角陡	断裂不发育, 边界附近发育 NE 向韧性断裂	广泛发育片理、片 麻理, 具角闪岩相 变质	具 NE 向航磁、重力异常, 遥感 中发育 NW 向和 NE 向线性影 像

3. 卡拉卡什塔格北缘隐伏断裂

该断裂为物探解译断裂。总体呈 NE 向沿红柳沟至卡拉卡什塔格北缘展布，在航磁异常和重力异常图中反映明显，断裂北侧的塔里木盆地表现为强度较大的宽缓正磁异常区和重力低异常区，南侧则呈现 NE—NEE 向延伸的剧烈变化的正负磁异常带，重力异常显示为宽约 20 km 的重力异常陡变带。由于该断裂地表为第四系沉积物覆盖，未见基岩破碎情况，但却影响了现代地貌的分布和第四系沉积类型的界线，据此推测该带为一规模较大的活动断裂，是塔里木东南新生代断陷（且末-若羌断陷）盆地与阿北地块的边界断裂。

4. 阿尔金山南坡逆冲推覆断层（F₃）

该断裂是穷塔格叠瓦状逆冲推覆体的前缘断裂，也是索尔库里中生代盆地与北侧的拉配泉-红柳沟加里东期结合带的边界断裂。该断裂切断了拉配泉岩群、古生代花岗岩体和新近系红层等地质体，使得北侧的前中生代地质体自北向南以逆冲推覆断层的形式掩覆于新近系红层之上。断裂构造两侧岩石强烈破碎，断层在喀腊大湾和拉配泉一带分别被喀腊大湾 NW 向断裂和 NNE 向拉配泉断裂等构造错断，拉配泉以东被后期阿尔金山走滑断裂穿切。

喀腊大湾以西上盘为灰白色、青灰色中薄层状硅化-糜棱岩化英安岩、流纹英安岩，深灰色条带状糜棱岩化含砾火山碎屑岩、糜棱岩化流纹岩，夹糜棱岩、千枚岩等，靠近接触带附近岩石破碎理极为发育，局部强烈破碎呈碎粉带，岩石硅化、褐铁矿化蚀变较强，有细密平直的石英脉，面理产状北倾；下盘为猪肝色—紫红色薄层状泥质粉砂岩、含砾泥岩、灰紫色细砾岩、灰褐色长石砂岩夹泥页岩，地层层理南倾，靠近断层附近泥质岩石发生较强的叶理化，并穿插有方解石细脉，断层带附近红层呈碎粉带。断层带北侧的部分洼地中，可见红层的构造窗。断层上盘可见牵引褶皱—紧闭的背斜构造，只是上盘向南的逆冲推覆，断层产状为： $340^{\circ}\sim 10^{\circ}\angle 20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，性质为低角度北倾的逆冲推覆断层。

喀腊大湾断裂以东上盘为拉配泉岩群变余安山岩、砂质板岩、变余凝灰质砂岩、薄层状结晶灰岩夹石英岩及钙质粉砂岩、千枚岩，局部上盘岩石为奥陶纪未变形的似斑状花岗岩，岩石碎裂岩化严重，沿带发育褐铁矿化蚀变，卫星照片中存在明显的白色色界；下盘为紫红色-杂色块状复成分砾岩、厚层状含砾粗砂岩，发育牵引向斜构造，指示该盘向下运动，断层性质为逆冲推覆断层。断层产状： $0^{\circ}\sim 20^{\circ}\angle 40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，靠近喀腊大湾断层处，断层面由于 NW 向断层的牵引，走向变为 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。

特别值得注意的是，喀腊大湾以东局部仍见断裂改造较弱的角度不整合接触关系，表明推覆断层面沿早期的角度不整合面这一构造薄弱面发育。

第二篇 前寒武纪基底地质特征

基底变质岩是造山带赖以存在和演化的物质基础。它形成最早，变质程度一般最高，多发育区域规模的混合岩化，受到多期次岩浆侵入和不同性质的构造变形改造，不仅见证了造山带形成与演化历史的方方面面，更记录着地壳结构以及大陆地壳生长的信息。

在我国3个前寒武纪克拉通中，华北和扬子克拉通的腹地及边缘均有大片前寒武系出露，研究程度也较深入。唯独塔里木克拉通，由于腹地为中-新生代的巨厚沉积，前寒武纪基底变质岩系仅在周边断续零星出露，加之交通困难，因此研究程度相对薄弱。少有的研究也多集中在塔里木克拉通北缘的库鲁克塔格的托格拉克布拉克地区，尽管前人在其中发现了许多太古宙的地质体，由于地质调查程度的原因，尚无法建立该地区乃至塔里木克拉通的前寒武系构造年代序列。

此次工作的拉配泉地区，位于塔里木克拉通东南缘的阿尔金-敦煌隆起区（原称“敦煌地块”），其中的阿克塔什塔格一带也保留着面积较小的前寒武系露头，由于处于阿尔金山北坡，本书暂称“阿北地块”。该区零星出露的早前寒武纪基底变质岩系，是认识塔里木克拉通早期地质历史的宝贵遗迹，因而受到此次工作的高度关注，也取得了一些宝贵的地质认识。

笔者通过详细的野外调查和综合研究，将阿北地块中的变质基底中解体出五台期、吕梁期 TTG 岩系等变质侵入体，重新厘定了米兰岩群。在其中新获得了 (2705 ± 23) Ma 左右的锆石 SHRIMP 同位素年龄资料，结合 (3605 ± 43) Ma 年龄信息，限定了米兰岩群的时代下限在五台期以前，为区内太古宙最古老的地核。在具有 TTG 性质的英云闪长质片麻岩中获得了 (2567 ± 32) Ma 的 SHRIMP 年龄，地球化学资料显示为幔源特征，指示了五台期大规模的大陆地壳增生。建立了阿北地块古元古代精细的年代构造格架，研究了吕梁期构造热事件在塔里木地块的存在及其构造意义。其中闪长岩、石英二长闪长岩的侵位年龄为 (2135 ± 11) Ma 和 (2051.9 ± 9.9) Ma，为早期 TTG 片麻岩重熔形成的同造山花岗岩；识别出具有壳源碳酸岩特征的透辉石碳酸岩体 $[(1931 \pm 18)$ Ma]，指示了米兰岩群碳酸盐岩地层在造山折返期间的减压重熔；后期的石英正长岩 $[(1873.4 \pm 9.6)$ Ma]、二长岩 $[(1855 \pm 23)$ Ma] 等碱性花岗岩为后造山伸展阶段的产物。

第一章 地 层

前寒武纪基底区地层较发育，其中阿北地块主要出露有隶属于基底变质岩的新太古代米兰岩群和具有盖层性质的蓟县系-青白口系索尔库里群；而欧龙布鲁克微陆块中出露的基底变质岩中，仅有古元古代达肯大坂岩群。

第一节 新太古界米兰岩群 ($Ar_3 M.$)

《新疆维吾尔自治区地质志》1993年率先将分布于阿尔金山东段北坡的具高角闪岩相-麻粒岩相变质的深变质岩命名为米兰群，程裕淇等（1994）在编著《中国区域地质概论》时将这套岩系改称米兰岩群。此次调查发现，原“米兰岩群”既包括了深变质的表壳岩，也包括了与其具有相似变形变质特征的变质深成岩，还包括了变形变质程度相对较弱的古元古代变质侵入岩，三者构成了塔里木地块东南缘早前寒武纪变质杂岩带。

本书的米兰岩群是指分布于阿尔金山东段北坡及库姆塔格沙漠南缘克孜勒塔格一带由黑云角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩以及斜长角闪岩、角闪岩、大理岩、二辉斜长麻粒岩及各类条带状混合片麻岩等组成的具高角闪岩相-麻粒岩相变质的高级变质岩系。

历史上对该套岩石研究较少，划分对比也较粗略。自1938年孙健初将分布于敦煌地区的中高级变质岩系命名为“敦煌系”以来，其后研究者又曾命名为敦煌群、敦煌杂岩、前震旦系等，其时代也多数归为元古宙。1947年梁文郁、郑佐蜀、戴天富等将其划为元古界，称为敦煌系；1954年夏公君则认为其时代为元古宇至石炭纪，称为敦煌群；1964年王曰伦将其与桑干群对比，而划归太古宙；同年，修泽雷等将其称为前震旦系敦煌杂岩。1981年的西北地区区域地层表（新疆维吾尔自治区分册）将阿尔金山东段北坡的深变质岩系划为前震旦亚系卡拉塔什塔格群和敦煌群，同年由新疆维吾尔自治区地质局区域地质调查大队提交的1:20万索尔库里幅（J-46-VIII）区调报告将卡拉塔什塔格群称为达格拉格布拉克群，形成时代认为属太古宇；1986年的1:20万俄博梁幅（J-46-IX）区调报告认为该图幅内的该套地层属下元古界，命名为阿克塔什塔格群，并认为与阿尔金山南缘断裂带以南的达肯达坂群为同一时代产物；1993年的《新疆维吾尔自治区地质志》将分布于阿尔金山东段北坡及克孜勒塔格的该套地层厘定为上太古代，命名为米兰群；程裕淇等（1994）编著的《中国区域地质概论》将该套岩系改称米兰岩群，其时代为太古代。1956~1976年间，1:100万哈密幅及1:20万多坝沟幅、安西幅、敦煌幅、肃北幅等地质图及说明书中都将包括库姆塔格南缘的深变质岩系在内的广泛分布于敦煌以南、安西、肃北等地的中、深变质岩层划归前震旦系敦煌群。1981年的西北地区区域地层表（甘肃省分册）、1982年《甘肃的前中元古界》和1986年《甘肃省区域地质志》分别将该套地层划为前震旦系敦煌群；1990年程裕淇等将敦煌群改称敦煌岩群，1994年李志琛将其时代定为太古宙；1996年甘肃省地质矿产局将其称为新太古-古元古代敦煌岩群；1997年甘肃省地质矿产局将其改称敦煌岩群，时代置于太古宙-古元古代；1998年的《西北区区域地层》将其与阿尔金山北缘的米兰岩群一起称为敦煌杂岩，并依据近年来在该套地层内获得的 $(30 \sim 25) \times 10^8$ a和 $(23 \sim 18) \times 10^8$ a的年代信息划为古元古代-新太古代。

一、宏观地质及岩石组合特征

米兰岩群分布于阿尔金山东段北坡，即塔里木地块南缘的阿北地块中。该套地层为原米兰岩群中解体出的变质表壳岩系，区内主要为由各类长英质片麻岩、变粒岩和斜长角闪岩组成的成层无序的深

变质表壳岩，总体构造线为 NW 向，片麻理倾角一般大于 60°，构造形态由一系列轴向 NW—SE 向的紧闭背向形组成，呈 EW 向出露于大平沟-阿克塔什塔格-斯木图一带。与变质深成侵入岩为平行片麻理接触（图版 I-1），局部在变质深成岩中呈条带状或透镜体状产出；南部与早古生代拉配泉岩群为断层接触；因格布拉克等地被蓟县-青白口系索尔库里群乱石山组角度不整合覆盖（图版 I-2）；北部被第四系松散堆积物覆盖。

该岩群露头尺度上岩石结构构造和矿物成分不均匀，局部变余层状构造清晰（图版 I-3），多发育条带状构造，常夹含石榴矽线黑云斜长片麻岩等长英质片麻岩，反映了变质表壳岩的特征。岩石构造变形强烈，经过多次构造面理置换，普遍见条带状、肠状混合岩化，地层层理均被片麻理（片理）替代，是一套成层无序的表壳岩系。主要岩石组合为黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、黑云变粒岩、含矽线石榴黑云斜长片麻岩、含石榴子石斜长角闪岩、斜长角闪岩夹石榴二辉斜长麻粒岩、紫苏黑云斜长麻粒岩，少量石墨黑云斜长片麻岩、石英岩和大理岩等。以颜色深，普遍发育条带状构造，细粒-中细粒变晶结构，多发育条带状、肠状与网纹状混合岩化为特征。

不同地区岩石组合和混合岩化特征有一定区别。如喀腊大湾、克孜勒塔斯、乌什克特及温格勒果拉等地以混合岩化角闪斜长片麻岩、混合岩化黑云斜长片麻岩、混合岩化矽线石榴黑云斜长片麻岩、含石榴斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩为主夹石榴二辉斜长麻粒岩、紫苏黑云斜长麻粒岩，局部夹大理岩；大平沟、因格布拉克和斯木图等地以黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩为主夹斜长角闪岩及黑云角闪变粒岩、斜长浅粒岩；托克拉科恰普和阿克塔什塔格南等地以（混合岩化）黑云角闪斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩为主夹矽线石榴黑云斜长片麻岩、石墨石英岩、石墨石榴斜长片麻岩、局部夹透辉大理岩透镜体等。上述各地混合岩化不均匀，变质程度可达高角闪岩相-麻粒岩相。原岩以中酸性火山岩、基性火山岩为主夹陆源碎屑岩、碳酸盐岩和复理石建造。

安南坝北的卡拉塔什塔格至三角滩一带主要岩石组合主要以黑云角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩、含石榴子石斜长片麻岩、含矽线石榴子石黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、白云石大理岩、透辉石大理岩、含石墨大理岩为主夹石英岩、黑云斜长变粒岩。变质程度为高角闪岩相。原岩为陆源碎屑岩、碳酸盐岩、复理石建造为主，局部夹火山岩建造，具有孔兹岩系的特征，变质表壳岩特征更加明显。局部具混合岩化，变质程度为高角闪岩相。分布上呈近 EW 向展布，发育强烈片麻理和片理，地层层理均被片麻理（片理）替代，是一套成层无序的表壳岩系。

其中大理岩一般呈厚度不等的层状、透镜状夹于黑云斜长片麻岩、含石榴子石黑云斜长片麻岩中。垂直走向出露宽度不等，宽者可达 1.5~2 km，窄时仅几米。主要为白云石大理岩、含白云母石英大理岩、含石墨大理岩、含透辉石大理岩和含金云母大理岩等。

二、剖面描述

1. 新疆维吾尔自治区若羌县卡拉塔什塔格米兰岩群实测剖面（Pm001）

该剖面位于安南坝北西约 40 km 的卡拉塔什塔格，露头较好，交通较方便。剖面主要控制了长英质片麻岩和变质碳酸盐岩的规模产状及变质变形特征，由于受到强烈变形变质改造，所测厚度实为经多期构造改造的褶皱层露头宽度。剖面描述如下（图 2-1-1）：

第四系洪冲积堆积（Qp₃-Qh^{pal}）

—— 覆 盖 ——

新太古界米兰岩群（Ar ₃ M.）	褶皱厚度
6. 深灰色混合岩化含矽线石石榴子石黑云斜长片麻岩，局部夹薄层透辉石大理岩	440.36 m
5. 深灰色角闪斜长片麻岩	564.64 m
4. 深灰色黑云角闪斜长片麻岩夹斜长角闪岩	1569.11 m
3. 灰色白云母石英岩，局部受构造影响，局部具糜棱岩化	178.89 m

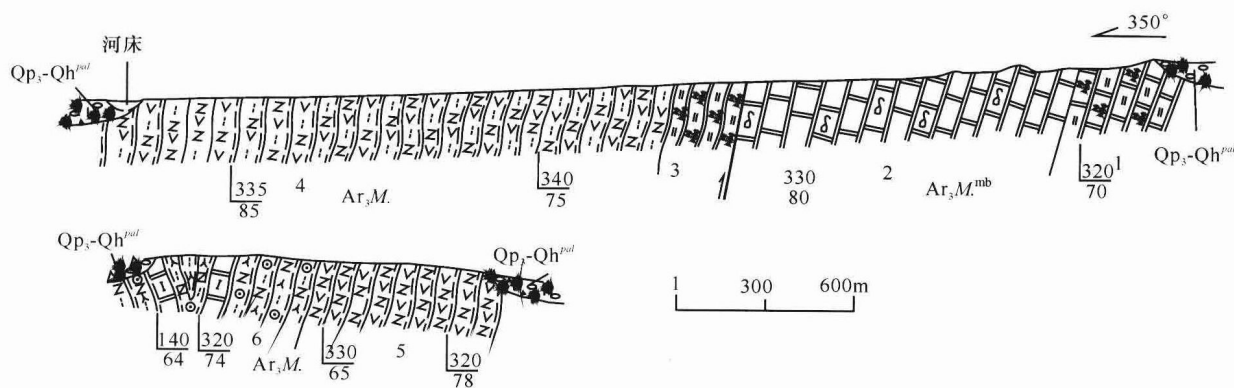


图 2-1-1 新疆维吾尔自治区若羌县卡拉塔什塔格新太古界米兰岩群实测剖面图

新太古界米兰岩群大理岩 ($Ar_3M. mb$):

- | | |
|--|----------|
| 2. 灰色白云石大理岩, 矿物略具有定向性, 局部见 1~5 cm 的燧石条带 | 941.05 m |
| 1. 灰白色薄层状含白云母石英大理岩, 受后期构造影响较破碎, 局部可见燧石条带 | 283.26 m |

—— 未见底 ——

2. 新疆维吾尔自治区若羌县乌什喀特米兰岩群实测剖面 (Pm015)

该剖面位于拉配泉东北约 20 km 的乌什喀特, 基岩露头较连续, 交通较方便。剖面主要控制了长英质麻粒岩、铁镁质麻粒岩和长英质片麻岩的规模产状、变形变质特征及与变质碳酸岩的接触关系。剖面描述如下 (图 2-1-2):

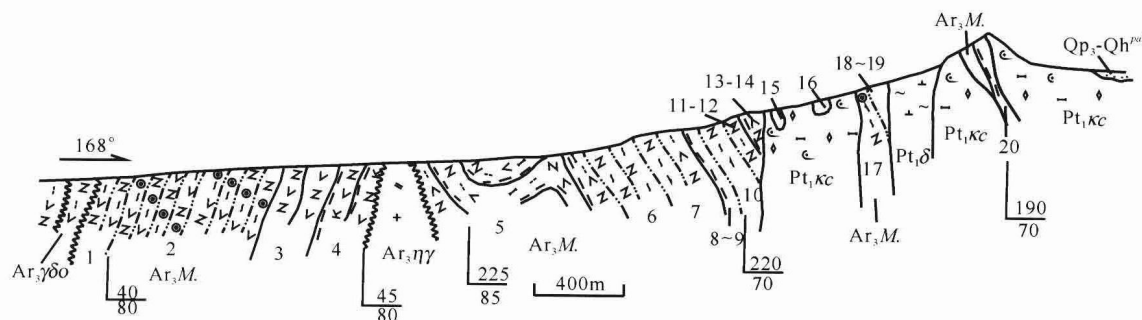


图 2-1-2 新疆维吾尔自治区若羌县乌什喀特新太古界米兰岩群实测剖面图

碳酸岩 (Pt_1kc) 侵入

—— 侵 入 ——

- | | |
|---------------------------|---------|
| 新太古界米兰岩群 ($Ar_3M.$) | 褶皱厚度 |
| 13. 灰色含黑云二长片麻岩 | 96.83 m |
| 碳酸岩 (Pt_1kc) 侵入 | |
| 灰色闪长岩 ($Pt_1\delta$) 侵入 | |
| 12. 深灰色石榴黑云二长片麻岩 | 78.19 m |
| 11. 灰色石榴二辉斜长麻粒岩 | 62.88 m |
| 10. 灰黑色斜长角闪岩 | 34.47 m |
| 碳酸岩 (Pt_1kc) 侵入 | |
| 9. 深灰色含石墨紫苏石榴黑云斜长麻粒岩 | 36.04 m |
| 碳酸岩 (Pt_1kc) 侵入 | |