

国家科技攻关三〇五项目系列成果

南天山东段

NAN TIAN SHAN DONG DUAN XIAN SHENG



显生宙构造演化

姜常义
吴文奎
李良辰
穆艳梅
白开寅
赵晓宁

著

56235

地质出版社

国家科技攻关三〇五项目系列成果

子课题代号：96-915-04-04B（滚）

南天山东段显生宙构造演化

姜常义 吴文奎 李良辰 著
穆艳梅 白开寅 赵晓宁

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是国家科技攻关三〇五项目系列成果之一。通过对南天山东段显生宙以来各地层进行多方面研究,深入探讨了各时代地层的沉积环境,填补了石炭系下部杜内阶和早一中维宪阶的空白(彩花山组和铜花山组);在研究不同时代的构造层、地球物理场和基底结构的基础上,重新划分了区域构造分区,系统总结了从太古宙到新生代的各种构造事件,阐述了从阜平旋回至喜马拉雅旋回的演化过程,此外还对南天山褶皱带内各种中酸性侵入岩、古洛萨拉—拱拜子断裂带辉长岩墙、库米什蛇绿混杂岩进行了研究。

本书可供从事地质、矿产研究的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

南天山东段显生宙构造演化/姜常义等著.-北京:地质出版社,2001.4
ISBN 7-116-03348-3

I. 南… II. 姜… III. 天山-显生宙-地质构造-研究 IV. P562.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 23798 号

责任编辑:祁向雷 王 璞 王 强

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 29 号,100083

电 话:82324508(邮购部);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:北京市印刷学院实习工厂印刷

开 本:787×1092¹/₁₆

印 张:10.5 插 页:7

字 数:240000

印 数:1—600 册

版 次:2001 年 4 月北京第一版·第一次印刷

定 价:25.00 元

ISBN 7-116-03348-3/P·2166

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

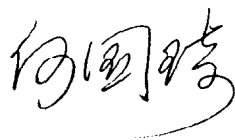
序 言

《南天山东段显生宙构造演化》一书就要与读者见面了。这本书是西安工程学院以姜常义教授为首的作者们参加新疆维吾尔自治区国家科技攻关项目，历时近十年，所取得成果的系统总结。

天山横亘于亚洲中部腹地，是亚洲最雄伟的山系之一。相对世界其他类似规模的山系而言，它的成因涉及多个古陆块、多阶段的分裂与拼合历史，而显得尤为复杂；天山中、新生代的再活动和中亚盆山地貌的形成，特别是晚新生代以来的强烈隆升及其环境效应等，都可以作为典型的地质作用过程而具有非常重要的研究意义。近些年来，天山的地质研究已经引起越来越多国外学者的关注。然而，本书所涉及的天山东段，虽然经过了系统的区域调查和多方面的专题性研究，但它的基本构造单元划分和性质的判定，特别是向东、西两个方向的对比连接和合理延伸仍然存在重大分歧意见。本书基于对南天山东段区域地层、构造和各类岩石组合的系统研究和一批高质量同位素年代学数据，建立了南天山东段构造演化的阶段模式。可以认为，就目前已掌握的区域构造资料看，本书所提出的这个阶段模式是较为合理的。这无疑大大深化了天山东段的基础地质研究水平，也有助于东天山向东、西两个方向的对比和延伸问题的解决，从这里可清楚地看出本书在探讨中亚地区更大范围地质构造问题方面的意义。

库鲁克塔格地块北缘曾发育古生代活动陆缘，是本书提出的一个重要的新认识；本书对早二叠世在更大范围里的伸展作用和对中、新生代构造演化特征和背景的有力度的论述也都具有重要启迪意义。

天山东段虽然山势平缓，通行方便，但由于极度干旱和夏季的高温，野外考察的难度很大，这是没有亲身经历过的人难以想象的。我这里向长期坚持在东天山考察的作者们表示我的敬意，并衷心祝贺本书的面世。



2001年2月于北京

前 言

雄伟的天山山脉横亘于中亚腹地，向东，与阴山山脉相连；向西，逐渐向北转折与乌拉尔山脉衔接（任纪舜、何国琦，私人通信）。因此，天山山脉是古亚洲洋构造域中乌拉尔-天山-阴山巨型褶皱系的组成部分。长久以来，由于该巨型褶皱系在全球构造中所具有的重要地位和其中蕴藏的丰富矿产资源而备受国际地学界瞩目。然而，囿于以往的地质研究程度，地质学家尚不能精确地刻画该巨型褶皱带的演化历程。

80年代和90年代后半期，我们先后两度承担了国家三〇五项目在南天山东段的研究任务，历时近十年。因此，该区也就成为我们研究天山褶皱带的主要基地之一。鉴于南天山是一条显生宙演化历史保存比较完整的褶皱带，我们力图详细地、全方位地加以解剖，并以此“透视”天山山脉的演化历史，从而帮助我们更加清楚地认识乌拉尔-天山-阴山巨型褶皱系。这是我们栉风沐雨勤奋工作的动力来源和追求目标，也是普通地质工作者久已存在的夙愿。经过艰苦的工作，我们已取得了一些进展，主要内容如下：

(1) 运用地层学、古生物学、沉积学、岩石学、地球化学等方法，系统研究了区内前震旦纪变质地层和震旦系、古生界、中生界、新生界沉积地层层序；深入探讨了各时代地层的沉积环境；填补了石炭系下部杜内阶和早一中维宪阶的空白（彩华沟组和铜花山组），为探讨各构造阶段的构造沉积环境提供了非常重要的地层依据。

(2) 在全面研究不同时代的构造层、地球物理场与基底结构基础上，重新划分了区域构造分区；系统总结了从太古宙至新生代发生的各种构造事件；详细阐述了从阜平旋回至喜马拉雅旋回的演化过程。

(3) 系统研究了区域主干断裂（包尔图断裂、辛格尔断裂、兴地断裂和孔雀河断裂等）的空间展布、结构面特征、活动历史，并阐述了其地质意义。此外，还研究了区内的推覆构造，系统论证了各个推覆构造带发生的时代、深度、几何学与运动学特征和形成机制。深入研究了区内主要韧性剪切带，建立了韧性剪切带的宏观和微观标志，划分了韧性剪切带的成因类型，论述了各条韧性剪切带的运动学特征，并探讨了动力学问题。

(4) 系统研究了库鲁克塔格地区震旦纪—寒武纪火山岩和二叠纪脉岩群的岩石学和地球化学特征，深入论述了它们各自形成的构造环境。

(5) 全面研究了南天山褶皱带内各种中酸性侵入岩的岩体地质学、岩石学和地球化学特征；获得了一批精确的同位素年代学数据，并深入论述了不同类型侵入岩形成的构造环境。

(6) 首次在库鲁克塔格地块北缘发现了一条完整的活动陆缘型侵入岩带，并获得了该侵入岩带中花岗岩的精确的同位素年代学资料；从岩石学、地球化学角度分析，该岩带形成于板块汇聚边缘。

(7) 系统研究了古洛萨拉-乌瓦门-拱拜子一线分布的基性—超基性岩、火山岩、硅质岩的产状、空间展布和岩石学特征，证实了这是一条受深大断裂控制的基性—超基性杂岩

带,而不是蛇绿岩带;首次发现了沿中—南天山分界断裂产出的一条长约 100 km 的辉长岩墙,研究了该辉长岩墙的岩石学、地球化学和变形特征,表明该辉长岩墙形成于中元古代。

(8) 系统研究了库米什地区蛇绿混杂体的地质学、岩石学和地球化学特征;获得了榆树沟堆晶岩 (378.2 ± 6.3) Ma 的锆石 U-Pb 年龄数据。通过对库米什蛇绿混杂体和相关地质体的研究,论证了南天山褶皱带在古生代期间只有一次洋壳化过程,该洋盆最初形成于奥陶纪,闭合于维宪世中期。

(9) 在全面研究工作区的构造地质、沉积组合、沉积环境、火成岩组合、火成岩地球化学、火成岩的精确年代学和蛇绿岩套的基础上,将工作区显生宙期间的构造演化历史划分为 11 个阶段:①震旦纪—寒武纪陆壳拉张阶段;②奥陶纪—中泥盆世洋盆形成与扩张阶段;③晚泥盆世—维宪世中期洋盆闭合阶段;④维宪世末期—石炭纪末期残留海盆阶段;⑤石炭纪末期—早二叠世中期碰撞造山阶段;⑥早二叠世末期—二叠纪末期大陆伸展阶段;⑦三叠纪古特提斯洋闭合与碰撞造山阶段;⑧侏罗纪大陆伸展与盆地扩张阶段;⑨侏罗纪末期—白垩纪盆地收缩与挤压造山阶段;⑩第三纪山体准平原化与塔里木盆地形成阶段;⑪第三纪末期—第四纪盆地构造格局形成阶段。

本书的编写分工如下:前言由姜常义、李良辰撰写;第一、二章由吴文奎、李良辰、白开寅撰写,第三、四章由姜常义、穆艳梅、李良辰撰写。岩矿鉴定工作由白开寅承担,大部分插图由赵晓宁清绘。

在多年的工作期间,我们得到了国家三〇五项目办公室马映军主任,徐新、王金良、王宝林副主任,吴乃元总工,各个职能处处长和办公室全体同仁的精心指导和热情帮助。本书中大部分微量元素与稀土元素样品由中国科学院岩石圈研究中心 ICP-MS 室测试,同位素地球化学样品由中国地质科学院地质研究所同位素室测试,锆石 U-Pb 和 Sm-Nd、Rb-Sr 等时线样品由天津地质矿产研究所同位素室和中国科学院地质所同位素室测试,硅酸盐全分析由西安工程学院分析测试中心测试。何国琦教授以奖掖后人为己任,拨冗于百忙,惠予作序。谨在此,向给予我们指导和帮助的领导、师长和同仁表示诚挚的谢忱!

目 录

序 言

前 言

第一章 区域地层层序与沉积环境	1
第一节 前寒武系	1
一、前寒武系展布及层序	1
二、新太古界托格拉克布拉克杂岩	1
三、古元古界兴地塔格群	2
四、中元古界长城系	3
五、中元古界蓟县系爱尔基干群	4
六、新元古界青白口系帕尔岗塔格群	7
七、震旦系库鲁克塔格群	8
第二节 寒武—奥陶系	12
一、寒武系	12
二、奥陶系	16
第三节 志留系	20
一、南天山东段的志留系	20
二、库鲁克塔格南区与孔雀河斜坡一带的志留系	26
三、塔北隆起草 1 井的志留系	28
四、库米什构造混杂体的志留系构造岩块	28
五、沉积环境	29
第四节 泥盆系	29
一、南天山分区	29
二、塔里木北缘分区	35
第五节 石炭系	36
一、彩华沟组 (C_1c)	36
二、铜花山组 (C_1t)	38
三、干草湖组 (C_1g)	40
四、野云沟组 (C_1yy)	40
第六节 中生界	40
一、三叠系	40
二、侏罗系	40
三、白垩系	43
第七节 新生界	44
一、第三系	44

二、第四系	48
第二章 区域构造特征与基底结构	49
第一节 构造旋回及构造层	49
一、阜平旋回及构造层	49
二、吕梁旋回及构造层	49
三、塔里木旋回及构造层	49
四、加里东旋回及构造层	50
五、华力西旋回及构造层	52
六、印支旋回及构造层	54
七、燕山旋回及构造层	54
八、喜马拉雅旋回及构造层	55
第二节 构造分区及其特征	56
一、区域构造单元的划分	56
二、构造单元特征	56
第三节 主要区域大断裂	65
一、包尔图(中天山南缘)断裂	65
二、辛格尔断裂	67
三、兴地断裂	69
四、孔雀河断裂	70
五、北东向断裂	71
六、南北向断裂	72
第四节 推覆构造和逆冲带	72
一、中天山南缘推覆构造-冲断层带	72
二、榆树沟-铜花山-硫磺山推覆构造	75
三、库鲁克塔格北缘推覆构造	78
四、塔东北缘逆冲-走滑带	80
五、关于推覆构造-逆冲带几个问题的探讨	82
第五节 韧性剪切带	86
一、韧性剪切带的宏观构造标志	87
二、韧性剪切带的微观构造标志	89
三、韧性剪切带的成因类型	89
四、区域韧性剪切带运动学特征	90
五、韧性剪切带动力学研究	98
第六节 塔里木盆地东北部地区重、磁场特征	98
一、重力场特征	98
二、磁场特征	99
三、航磁异常分区及地质解释	99
四、南天山东段及塔里木盆地东北部主要区域大断裂特征	100
第三章 岩浆岩与蛇绿混杂体	102
第一节 库鲁克塔格地区震旦纪—寒武纪火山岩的岩石学、地球化学特征	102
一、地质背景与时代	102
二、岩相学	102

三、同化混染与风化淋滤作用对化学组分的影响	103
四、岩石化学组成与岩石组合	103
五、稀土元素、微量元素地球化学与构造环境	103
六、岩浆过程对化学组分的控制作用	103
七、地幔源区组成特征	109
第二节 古洛萨拉-乌瓦门-拱拜子基性-超基性杂岩带	110
一、空间展布与产状	111
二、辉长岩墙的年代学、岩石学和地球化学	112
三、思考与评述	114
第三节 库米什地区蛇绿混杂体	115
一、概述	115
二、变质橄榄岩特征	115
三、堆晶岩系的特征	120
四、火山岩特征	123
五、同位素地球化学特征	124
六、南天山古洋盆的时限	124
第四节 库鲁克塔格地块北缘活动陆缘型侵入岩带	127
一、岩相学特征	127
二、主量元素特征	128
三、稀土及微量元素特征	128
四、同位素地球化学特征	133
五、年龄	134
第五节 钙碱性火山岩	134
一、概述	134
二、火山岩岩石学与地球化学特征	134
第六节 南天山花岗岩类岩石的年代学、岩石学、地球化学及其构造环境	141
一、地质背景	141
二、岩体地质与岩相学	142
三、年代学	142
四、岩石化学与地球化学	142
五、关于大地构造背景的思考	146
第七节 早二叠世脉岩群	149
一、岩相学特征	149
二、地球化学特征	149
第四章 显生宙构造演化	153
主要参考文献	157
附 图	

第一章 区域地层层序与沉积环境

本书论述的范围包括南天山东段和库鲁克塔格地块及塔里木盆地东北缘。这里所说的南天山东段,指的是和静县-库尔勒市以东地区。但是,在本书第四章论述构造演化历史的,还广泛参阅了南天山西段的地质资料,尤其是显生宙沉积地层和蛇绿岩套方面的资料。地学界普遍认为,广泛分布于库鲁克塔格地区的前寒武纪变质岩系代表了塔里木盆地的结晶基底。而在显生宙期间,该区处于相对稳定的状态。因此,本书的内容较多地涉及了南天山褶皱带与南部的稳定地块之间的相互作用过程及耦合关系。

研究区内发育的地层比较齐全。太古宇分布在库鲁克塔格地区,元古宇在南北两侧发育完整,寒武系、奥陶系在北部地区的存在尚未确定,中、上古生界分布全区,中、新生界主要发育在盆地内。

研究区地层分区可划为塔里木区及中天山区,具体划分如下:塔里木区:包括①塔里木北缘小区;②库鲁克塔格小区,又分为库鲁克塔格南区 and 库鲁克塔格北区;③塔里木北部坳陷区(孔雀河斜坡小区和英吉苏小区);④塔北隆起区。中天山区:包括①中天山南缘小区;②巴仑台小区。

第一节 前寒武系

一、前寒武系展布及层序

前寒武系在库鲁克塔格地区出露齐全,中天山南缘地区(如拱拜子-彩华沟及克里古堤)和塔里木北缘山区的南部地带也有一定分布。塔里木北缘小区与库鲁克塔格地区的前寒武系发育十分相似,故将其放在一起叙述。库鲁克塔格地区的前寒武系,从老至新有新太古界托格拉克布拉克杂岩、古元古界兴地塔格群、中元古界长城系杨吉布拉克群、蓟县系爱尔基干群、新元古界青白口系帕尔岗塔格和震旦系库鲁克塔格群。在库米什以北即中天山南缘地区展布长城系变质地层。

二、新太古界托格拉克布拉克杂岩

托格拉克布拉克杂岩,现今被认为是新疆北部地区出露的最老地层。作者考虑其出露岩层是一个构造变形多次叠加、变质作用强烈,原始面理已经置换,又有岩体和岩脉穿插,难于以运用叠置定律的层状岩石地层来加以命名。考虑到托格拉克布拉克岩群可能包括目前尚难区分的多个岩组在内,故暂以“杂岩”给予命名。托格拉克布拉克杂岩划分与沿革见表 1-1。

1. 托格拉克布拉克杂岩的层序研究

托格拉克布拉克杂岩分布辛格尔以南托格拉克布拉克、团结村、滩中山和中途站等几个地带。据高振家等(1990)的研究,该杂岩与古元古界兴地塔格群呈断层接触,杂岩可以分为变粒岩组和片麻岩组,前者厚度大于 200 m,由白云钠长变粒岩、二云钠长石英片

岩、石榴云母钠长变粒岩及白云母阳起钠长片岩等组成；后者厚度大于 800 m，由白云阳起钠长片麻岩、阳起绿帘白云母化黑云钠长片麻岩、糜棱岩化绿帘二云钠长片麻岩、条带状绿帘二云钠长片麻岩、条带状含阳起二云母钠长片麻岩、绿泥石英钠长片麻岩及条痕状或眼球状混合花岗岩等组成。

对于杂岩中的暗灰色角闪岩产状目前尚有两种不同意见，胡霁琴等（1991）认为是包裹体；董富荣等（1998）认为是岩脉。

2. 托格拉克布拉克杂岩的时代讨论

根据胡霁琴等（1999，北京学术会报告）的资料，辛格尔村以南的杂岩中，暗灰色角闪岩、灰色片麻岩 Sm-Nd 全岩等时线年龄为 (2830 ± 79.7) Ma。铁干布拉克地区混合岩及斜长角闪岩的 Sm-Nd 全岩等时线年龄为 (2543 ± 508) Ma，可能是在 2500 ~ 2800 Ma 的新太古代期间经历过一次岩浆热事件，致使斜长角闪岩遭受混合岩化作用。可以认为托格杂岩发育时代为 2800 ~ 2500 Ma（或稍早），该杂岩可能早期发育 TTG 岩系，后期发育沉积表壳岩系，并组成塔里木地块新太古界基底。

3. 原岩恢复及形成环境

钠长片麻岩的原岩，按西蒙南（1953） $(al + fm) - (c + alk) - Si$ 图解属火山岩，按拉曼特（1984）变质火山岩 $w(SiO_2) - w(K_2O + Na_2O)$ 图解属英安岩、安山岩、粗面安山岩和流纹岩区，按欧文和巴拉加尔（1971）AFM 图解属钙碱性火山岩。如果将 $w(SiO_2) > 63\%$ 钠长片麻岩作 CIPW 计算标准分子 An、Ab 和 Or 并投在奥康诺分类图解上，则分布在英云闪长岩、奥长花岗岩和花岗闪长岩区，与太古宙灰色片麻岩 TTG 型岩浆组合相类似。所以该杂岩的片麻岩原岩为英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩组成的同源深成岩岩浆组合，即 TTG 型岩浆组合。

程裕淇（1995）认为灰色片麻岩中具有不同成分条带，可能代表沉积时物质成分不均匀的沉积构造特征，属于由中—基性火山碎屑岩变质而成的古老表壳岩系。冯本智对滩中山、中途站等地相当于托格拉克布拉克杂岩进行的原岩恢复研究认为，斜长角闪岩属玄武岩、玄武安山岩和粗玄岩，角闪斜长片麻岩、变粒岩属中—酸性火山岩为钙碱性—碱性系列，属造山带性质的岛弧及活动大陆边缘火山活动。石榴黑云斜长片麻岩—变粒岩的原岩为成熟度较低的碎屑沉积岩，夹成熟度较高的粘土岩和少量火山碎屑岩，具浊积岩的活动陆缘沉积盆地产物的特点。他们也认为该地托格拉克布拉克杂岩发育片麻状英云闪长岩质侵入岩，类似 TTG 岩系，但是缺乏同位素年龄依据。

三、古元古界兴地塔格群

兴地塔格群呈北西西向展布在库鲁克塔格地区的兴地塔格至阔克苏塔格一带。托格拉克布拉克以南兴地塔格群中亚群与托格拉克布拉克杂岩之间为断层接触。在赛马西山一带，长城系杨吉布拉克群下部砾岩不整合覆盖于兴地塔格群中亚群之上。其沿革见表 1-1。

1. 地层层序、原岩恢复与沉积环境

兴地塔格群下亚群为高角闪岩相，主要以夕线石黑云石英片岩、斑点状夕线石二云石英片岩及黑云石英片岩为主，偶夹十字石二云石英片岩；中亚群以低角闪岩相为主，局部为高角闪岩相，以大理岩为主，夹黑云石英片岩、十字石铁铝榴石二云石英片岩及含铁石英岩薄层；上亚群为低角闪岩相及高绿片岩相，以石英片岩（石英岩）与石榴黑云片岩韵律式互层为主。其原岩应属石英砂岩及粉砂岩和泥岩的韵律沉积，可能为近源浊积岩。高

振家等(1989)认为该群属近似于安第斯型陆缘或大陆岛弧的构造沉积环境。

2. 兴地塔群的时代依据

(1) 在兴地塔格群与托格拉克布拉克杂岩之间目前仅见到断层接触关系,然而,两者构造沉积环境及岩石、稀土元素图谱特征具明显的差异性。托格拉克布拉克杂岩为变质火山建造和 TTG 岩系,属陆核形成阶段产物。兴地塔格群则以沉积碎屑岩与碳酸盐岩建造为主,为塔里木古陆块初步形成阶段产物。

(2) 托格拉克布拉克杂岩形成以后,2854 Ma 经历一次肉红色片麻状云母花岗岩热事件(阜平运动),使古陆核准平原化。(2487.7 ± 10.2) Ma 蓝石英花岗岩及且干布拉克混合岩(2453 Ma)等热事件(辛格尔运动)后,才开始形成兴地塔格群。胡霁琴等(1989)在托格拉克布拉克的兴地塔格群获得白云母石英片岩全岩 Pb-Pb 等时线年龄 2399 Ma,代表兴地塔格群下部岩层的大致形成时代,辛格尔以南肉红色片麻状花岗岩的 Rb-Sr 等时线年龄为(2028 ± 82) Ma,锆石 U-Pb 不一致线上交点年龄为(2071 ± 37) Ma,它是否代表兴地塔格群的上限年龄,尚值得进一步研究。

四、中元古界长城系

中元古界长城系包括库鲁克塔格地区的杨吉布拉克群和库米什以北地区的星星峡群。

1. 杨吉布拉克群

杨吉布拉克群展布于兴地以北、辛格尔以南地区,向东延至赛马山一带,不整合于元古界兴地塔格群之上,并为蓟县系爱尔基干群整合所覆。

(1) 地层层序 在杨吉布拉克一带,该群主要灰绿色、灰色变质砂岩、硬砂岩(有时含砾石)和变质粉砂岩组成,夹灰色千枚岩、粉砂岩,出露厚度 2500 m 以上。

在辛格尔以南,托格拉克布拉克以北的波瓦姆一带,长城系主要由呈断层接触的上、下两个亚群组成。上亚群与爱尔基干群呈断层接触,下部主要为灰-灰绿色云母片岩、二云石英片岩与白色石英岩的韵律层;上部主要为暗绿色石榴石英片岩和石榴黑云石英片岩与白云质大理岩及不纯白云质大理岩组成。上亚群出露厚度在 910 m 以上。

(2) 原岩恢复及沉积环境 下亚群的原岩为白云岩、泥质岩和碎屑岩。石英岩的原岩主要是成熟度较高的石英砂岩,反映出近岸沉积环境。而白云岩与细砂岩也基本反映了同一沉积环境。碎屑岩的 $w(\text{SiO}_2) - w(\text{K}_2\text{O}) / w(\text{Na}_2\text{O})$ 图解以及稀土元素特征表明,其构造环境为被动大陆边缘(高振家等,1989)。上亚群的原岩属安山岩-英安岩或同质凝灰岩。石英片岩属含火山物质泥质岩及泥质岩。考虑其下部出现浊积岩,上部出现中酸性火山岩、碳酸盐岩及泥质岩,可能是浅海大陆斜坡根部不远的沉积环境,火山岩及碎屑岩显示出接近活动安第斯型陆缘构造环境。

(3) 杨吉布拉克群的时代依据 在杨吉布拉克、帕尔岗塔格一带,杨吉布拉克群为含叠层石的蓟县系爱尔基干群整合覆盖。在赛马西山一带,与下伏元古界兴地塔格群为不整合接触关系(新疆第一区调大队等,1994),从层位上表明其属中元古代长城纪。

胡霁琴等(1989)在东大山附近杨吉布拉克群的千枚岩、板岩样品中,获得 Pb-Pb 全岩等时线年龄(1596 ± 66) Ma,属 1400 ~ 1800 Ma 的长城纪年龄范畴。虽然,本区长城系与蓟县系之间未曾见到不整合接触关系,但乌瓦门辉长岩岩墙 Sm-Nd 全岩等时线(1412 ± 54) Ma(笔者,1998 ~ 1999),及片麻状花岗岩全岩等时线(1377.9 ± 89) Ma(高振家等,1990)和片麻状花岗岩全岩 U-Pb 等时线(1450 ± 90) Ma(王炯章,1988),从侧面证实杨

吉布拉克群形成的年限在 1400 Ma 以前, 其下限为 1800 Ma 的可能性最大。

2. 长城系星星峡群

星星峡群展布在库米什以北, 西起和硕县克里古提, 向东断续延伸, 经拱拜子、桑树园子到彩华沟一带, 总体上以近东西向的两个构造断块出露地表。西部断块出露在克里古提哈伦沟一带, 在盖里茨汉达坂, 以包尔图断裂为界, 与中天山长城系星星峡群相接; 在门格都南, 裁仁曼郭勒沟口以北, 星星峡群与上志留统阿尔皮什麦布拉克组断层相接, 断块南北宽度为 2~3 km, 长 22 km 以上。主要出露岩层为灰白色黑云片麻岩、黑云石英片岩, 夹少量大理岩, 出露宽度达 2450 m。

东部断块西起乔克特, 向东穿越库米什以北 314 国道, 继续东延至彩华沟一带。断块的北部与上志留统阿尔皮什麦布拉克组断层接触。在彩华沟一带, 为早石炭世杜内阶彩华沟组不整合所覆, 或为彩华沟推覆构造所截断。构造断块呈北西西走向, 南北出露宽度 2~7 km, 延伸百余千米。在库米什以北地区, 韧性剪切带发育, 花岗质岩浆活动频繁, 混合岩化作用强烈。拱拜子-乔克特一带, 主要出露为黑云石英片岩、黑云片岩, 出露厚度近 2000 m。在东部的彩华沟-阿特乌里干南山一带, 星星峡群呈背斜构造出露, 主要出露黑云石英片岩、二云石英片岩、石英片岩、黑云片岩、榴云片岩、黑云角闪岩及大理岩, 出露厚度 2500 m 以上。星星峡群岩石的变质程度达到绿片岩相—低角闪岩相, 变质原岩以砂岩、粉砂岩及泥质岩为主, 其次为碳酸盐岩。其原岩沉积构造环境与杨吉布拉克群相同。

位于库米什以北、包尔图断裂以南地区的变质岩系的时代, 曾先后定为早泥盆世 (1:20 万库米什幅, 1959、1965)、晚志留—早泥盆世 (1:200 万新疆地质图, 1985)、晚志留世 (吴文奎等, 1989)。现在将其改定为中元古代长城纪, 其依据如下:

(1) 在岩性及变质程度上, 可与中天山星星峡群相对比, 从区域上讲, 达到高绿片岩—低角闪岩相变质程度的地层时代, 都属前震旦纪, 本群亦不属例外。

(2) 笔者等 (1989) 在彩华沟星星峡群片岩中曾获得 (442 ± 30) Ma 的变质锆石 U-Pb 年龄。它属片岩的变质年龄, 代表晚奥陶世一次构造热事件。马瑞士等 (1988) 也曾报道, 在库米什北角闪岩中获得过 (452 ± 19) Ma 的 Rb-Sr 全岩等时线年龄。它同属奥陶纪变质年龄。两者均可能代表库满拗拉槽闭合事件或南天山洋初期急剧拉张事件的印记。

(3) 在于乌瓦门一带, 测得侵入星星峡群辉长岩岩墙 Sm-Nd 全岩等时线年龄 1412 Ma, 代表 1400 Ma 的一次热事件, 故将本区出露的星星峡群时代确定为中元古代长城纪。

五、中元古界蓟县系爱尔基干群

爱尔基干群在库鲁克塔格分布极广, 在西山口、爱尔基干达坂、辛格尔塔格以南至岗尔帕塔格南坡 (东经 89°) 一带, 断续延伸 300km, 与杨吉布拉克群为整合接触关系, 与其上覆青白口系帕尔岗塔格群为假整合接触关系, 但在本区大部分地段, 其与上、下地层之间均为断层接触。该群沿革见表 1-2。

1. 地层综述

在辛格尔塔格南坡出露的爱尔基干群, 下部以灰白色白云岩、大理岩为主, 夹石英岩, 出露厚度 646 m; 上部主要为灰绿色绢云绿泥片岩、千枚岩、变质火山岩, 夹炭质板岩, 出露厚度 1268 m。在下部白云质大理岩中含叠层石: *Baicalia minuta*, *B. rara*, *Tungussia minuta*, *Jacutophyton* f., *Jurusania* f.。在上部变质火山岩中, 测得 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 (1005.44 ± 182.58) Ma (高振家等, 1989)。

表 1-2 爱尔基干群、帕尔岗塔格群划分沿革表

诺林		邓自华	朱诚顺	吴文奎	新疆区测大队 1:20 万编图	新疆区域地层表	新疆地质局科研所高振家等	区调大队二、十一分队刘中立、安德盛	高振家等	本书
1931		1957	1957	1960	1965	1976	1978	1982	1989	
震旦系	育肯沟统	元古界	爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群
	特瑞爱肯统		爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群
	阿拉通沟统	元古界	爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群
	爱尔克逊建造		爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群
	贝义西统	元古界	爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群
	类片麻岩系		爱	爱	北赛纳尔塔格岩系	南赛纳尔塔格岩系	爱	北辛格尔塔格组	青白口系	帕尔岗塔格群

南部兴地-阔克苏一带,岩性较为单一,主要为白云质大理岩、石英大理岩,夹泥质白云质灰岩、岩屑角砾状大理岩、白云质大理岩夹砂质白云岩、角砾状灰岩等。含叠层石: *Conophyton* f., *Jacutophyton* f., *Colonnella* f., *Collumnacollenia talassica* 等,厚度近 2000 m,与帕尔岗塔格群整合接触,与杨吉布拉克群呈断层接触。

帕尔岗塔格一带仅出露碳酸盐相,其岩性为灰色白云质大理岩与大理岩不均匀互层,常含燧石条带或结核,时而夹有不稳定的石英岩、石英砂岩、泥灰岩等。大理岩中含叠层石: *Collenia* f., *Fasciculatus florifer*,厚度达 2414 m。整合于杨吉布拉克群之上,上部被下石炭统努古斯土布拉克群不整合。

2. 原岩恢复与沉积环境

其下部岩层中的白云岩原岩可能为白云质石英砂岩、白云大理岩、含叠层石礁体。千枚状绢云石英片岩及千枚状绿泥片岩,其原岩为泥质、粉砂质岩石。上部岩层千枚岩原岩

可能属钙质粉砂质岩及火山碎屑岩。钙质绿泥千枚岩原岩为层纹状泥灰质岩和泥质粉砂质岩互层。变质火山岩原岩属中酸性火山岩（富钠质英安岩类）。上部岩层原岩属中酸性火山岩、凝灰岩、火山-沉积碎屑岩及钙质粉砂岩夹灰岩，是海相间歇式中酸性火山活动环境。据岩石地球化学特征分析，下部形成于被动大陆边缘盆地环境，上部形成于活动大陆边缘盆地和岛弧环境，反映出其由稳定环境逐渐转向较活动的环境。

3. 地层时代依据

(1) 在地层层位方面较为明确，其下与长城系杨吉布拉克群整合接触，上与青白口系帕尔岗塔格群整合接触（在局部地区两者为假整合接触）。

(2) 该群下部碳酸盐岩层中的叠层石组合：*Collenia*、*Colennessa*、*Conophyton*、*Fasciculatus*、*Jacutophyton*、*Jurusania*、*Tungussia* 等，相当蓟县系的叠层石组合，见表 1-3。

(3) 在区域地层对比方面，其岩相特征及叠层石组合可与中天山卡瓦布拉克群、北天

表 1-3 新疆北部晚前寒武纪叠层石组合与国内外对比

地区 地层	新疆北部 高振家等, 1989		中国东部 梁玉佐等, 1985		前 苏 联 Semikhatov, 1976		北美、南非等地 Preiss, 1971	
震旦系	组合 D 奇格布拉克组合 <i>Panisollenia-Linella</i> <i>Colonnella</i> <i>Boxonia</i>	850 ~ 600Ma	开阳叠层石组合 (Ⅷ) <i>Linella</i> <i>Boxonia</i> <i>Patomia</i> <i>Paniscollenia</i> <i>Collienella</i>	750 ~ 610Ma	<i>Vendia sokolovi</i> <i>Paniscollenia</i> , <i>Anabaria</i> <i>Colonnella</i> , <i>Boxonia</i> <i>Linella ukka</i> , <i>Boxonia</i> <i>Vesicularites</i>	625 ~ 570Ma 680 ~ 625Ma	组合Ⅳ <i>Linella</i> <i>Boxonia</i> <i>Patomia</i> <i>Aldania</i>	750 ~ 570Ma
青白口系	组合 C 帕尔岗组合 <i>Gymnosolen-Inzeria</i> <i>Katavia</i> , <i>Katuikania</i> <i>Boxonia</i> , <i>Tungussia</i> <i>Scopulimorpha</i>	1000 ~ 850Ma	兴民村叠层石组合 (Ⅶ) <i>Gymnosolen</i> , <i>Boxonia</i> <i>Xingmincunella</i> <i>Chuaqiatunina</i> 下花园叠层石组合 (Ⅵ) <i>Gymnosolen</i> , <i>Linella</i> <i>Inzeriu</i> , <i>Jurusania</i> <i>Qingbaikounia</i>	800 ~ 700Ma 1000 ~ 800Ma	上里非组合 <i>Gymnosolen ramsayi</i> <i>Minjaria uralica</i> <i>Inzeria tjomusi</i>	1100 ~ 680Ma	组合Ⅲ <i>Gymnosolen</i> <i>Boxonia</i> <i>Minjaria</i> <i>Inzeria</i> <i>Jurusania</i>	1000 ~ 700Ma
蓟县系	组合 B 爱尔基干组合 <i>Conophyton</i> <i>-Baicalia</i> <i>Jurusania</i> , <i>Jacutophyton</i> <i>Colonnella</i> <i>Scopulimorpha</i> <i>Tungussia</i>	1400 ~ 1000Ma	铁岭叠层石组合 (Ⅴ) <i>Chihstenella</i> <i>Baicalia</i> , <i>Anabaria</i> <i>Tielingella</i> 闪坡岭叠层石组合 (Ⅳ) <i>Conophyton</i> <i>Jacutophyton</i> 磨盘岭叠层石组合 (Ⅲ) <i>Pseudogymnosolen</i> <i>Scyphus</i> , <i>Conophyton</i> <i>Minglingella</i>	1400 ~ 1000Ma	中里非组合 <i>Baicalia baicalica</i> <i>Svetliella svetlica</i> <i>Conophyton cylindricum</i> <i>C. garganicum</i>	1400 ~ 1100Ma	组合Ⅱ <i>Baicalia</i> <i>Anabaria</i> <i>Svetliella</i>	1350 ~ 900Ma
长城系	组合 A 特克斯组合 <i>Gruneria-Kussiella</i> <i>Omachtenia</i> <i>Stratifera</i> <i>Cryptozoon</i>	1800 ~ 1400Ma	高干庄叠层石组合 (Ⅱ) <i>Conophyton cylindricum</i> <i>C. garganicum</i> <i>Tabuloconigera</i> <i>Confusoconophyton</i> <i>Gaoyuzhuangia</i> 团山子叠层石组合 (Ⅰ) <i>Xiayingella</i> <i>Gruneria</i> , <i>Djalmekella</i>	1600 ~ 1400Ma 1800 ~ 1600Ma	下里非组合 <i>Kussiella kussiensis</i> <i>Conophyton garganicum</i> <i>C. cylindricum</i>	1600 ~ 1400Ma	组合Ⅰ <i>Kussiella</i> <i>Omachtenia</i> <i>Conophyton cylindricum</i> 前里非组合 北美阿尼米基群叠层石	1700 ~ 1300Ma 1900 ~ 1600Ma

山的平头岩群及阿尔金山塔肯达坂群相对比。

(4) 同位素年龄数据方面, 在辛格尔塔格南坡爱尔基干群上部变质火山岩中获得了 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 1006 Ma 的变质年龄 (高振家等, 1993), 在库鲁克塔格一带, 测得一批片麻花岗岩的年龄为 (1377.9 ± 89) Ma (高振家等, 1990), 表明属蓟县纪初的热事件。由此将爱尔基干群的形成年龄界定于 1000 ~ 1400 Ma 的蓟县纪时限之内。

六、新元古界青白口系帕尔岗塔格群

在辛格尔塔格、兴地-中途站、东大山及其以东地区均有分布。与下伏蓟县系爱尔基干群多成整合接触, 在帕尔岗塔格以西该群与爱尔基干群似为假整合接触。被震旦统贝义西组底砾岩、冰积砾岩、甚至是火山角砾岩或火山熔岩超覆不整合覆盖。

1. 地层剖面

在帕尔岗塔格西坡该群分上下两个亚群, 下亚群与下伏蓟县系和上覆上亚群均成断层接触。下亚群为灰绿色薄层绿泥石英片岩、千枚岩和浅灰色厚层—中厚层状石英岩 (变质砂岩), 出露厚度 140 m。上亚群为泥盆系砂岩、板岩不整合所覆, 主要为灰—浅黄白色白云岩、白云大理岩、深灰—灰色叠层石礁灰岩及灰—紫红色条带状结晶灰岩, 夹深灰色千枚岩, 出露厚度 614 m。所含叠层石为 *Svetlialla Kuludtagensis*, *Inzeria* f., *I. Toctogulii*, *Gymnosolen* f., *G. pargangensis*, *Katavia Karatara*, *Katavia minuta*, *Potomia Kulukttagensis*, *P. Piqiangensis*, *Xingjiangella florifer*, *Baicalia* f., *Kotuidania* f., 及核形石 *Osagia* f.。

兴地塔格北坡阿斯坦布拉克出露整合的两个亚群, 与上覆贝义西组不整合。下亚群厚 1066 m, 为灰色变质粉砂岩、细粒石英砂岩不均匀互层, 夹少量钙质砂岩、千枚岩及灰岩。上亚群厚为 1097 m, 为灰—白色薄层—厚层状灰岩、含泥质、铁质细晶泥灰岩, 夹少量粉砂岩。产叠层石 *Gymnosolen Pargangensis*, *Linella* f., *Tungussia* f. 及核形石 *Osagia* f. 等。

2. 沉积环境及时代依据

(1) 沉积环境。该群白云岩中, 有时杂有石英碎屑及泥质, 局部地段出现含有内碎屑的白云岩, 并有柱状分叉叠层石, 常见叠层石礁体发育, 说明当时海水深度不大, 部分多处于潮间带。此外部分地区有纹层状白云岩及层状叠层石和泥质粉砂岩, 说明某些地段有时处于海水深度较大的静水环境。碎屑岩在 $w(\text{SiO}_2)$ - $w(\text{K}_2\text{O})$ - $w(\text{Na}_2\text{O})$ 构造环境图解上, 投影于被动大陆边缘。

(2) 时代依据。①帕尔岗塔格群与下伏蓟县系爱尔基干群整合或局部假整合接触, 与上覆下震旦统贝义西组不整合接触, 在层位上属新元古代晚期 (青白口纪) 层位。叠层石组合与燕山地区青白口系特征相同。②同位素年龄数据。在兴地-中途站一带, 上部含叠层石结晶灰岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 894.09 Ma, 在西山口千枚岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 (848 ± 69) Ma (新疆地质局三大队, 1988, 冯本智等, 1989)。这些变质年龄表明, 原岩形成的上限时间在 800 Ma 以前, 其下限时间可以参考且干布拉克黑云透辉岩中磷灰石 U-Pb 年龄 900 Ma (新疆区域地质志, 1993; 冯本智等, 1989), 以及爱尔基干群变质火山岩 Rb-Sr 全岩等时线 (1006.354 ± 352.6) Ma (高振家等, 1989) 和阿四干地区二长花岗岩脉 Rb-Sr 全岩等时线年龄 (959 ± 27) Ma (冯本智等, 1995)。③叠层石组合。高振家等 (1989) 曾将帕尔岗塔格群所含叠层石称为组合 C (帕尔岗组合) 以 *Gymnosolen*—*Inzeria Datavia*, *Kotuidania boxonia*, *Tungussia*, *Scopulimorpha* 为特征, 可与中国东部青白口系下

花园叠层石组合及兴民村叠层石组合相对比(表 1-3)。

七、震旦系库鲁克塔格群

库鲁克塔格地区震旦系发育完整,展布广泛。西起库尔勒以北地区的喀拉帖肯乌拉,东达罗布泊以北的玉尔滚布拉克,南到亚尔当山一带,北至焉耆盆地以南。该区震旦系划分沿革见表 1-4。

1. 震旦系划分

(1) 下震旦统。包括贝义西组、照壁山组、阿勒通沟组和特瑞爱肯组。

贝义西组(Z_1b):主要为海相碎屑岩建造,下部是海相冰碛砾岩建造。在西区,色勒克布拉克一带为基性—中基性熔岩和火山碎屑岩,下部有海相冰碛砾岩,厚 770 m。在西山口以东和照壁山一带含微古植物:*Trachysphaeridium* aff. *chihsenense*, *T. simplex*, *T. incrassatum*, *T. cultum*, *T. rugosum*, *T. aff. laminarites*, *Asperatopsophosphaera partialis*, *A. bavlensis*, *Pseudosonosphaera verrucosa*, *P. aff. sinica*, *Zomosphaeridium minuta*, *Leiopsophosphaera* sp. 等。在雅尔当山地区产微体古植物化石:*Trematosphaeridium holledahlia*, *T. incrassatum*, *T. rude*, *Asperatopsophosphaera bavlensis*, *A. umishanensis*, *Leiopsophosphaera* sp.。底部与青白口系帕尔岗塔格不整合接触。

照壁山组(Z_1z):在色勒布拉克一带主要为海相碎屑岩,厚 753 m。在照壁山一带,含微古植物:*Trachysphaeridium rude*, *Asperatopsophosphaera umishamensis*, *A. bavlensis*, *A. gigantea*, *A. incrassa*, *Pseudozonosphaera verrucosa*, *Lophosphaeridium* sp., *Taeniatum crassum*, *Signum* sp. 等。与贝义西组整合接触,局部为不整合或假整合,南区缺失该组沉积。

阿勒通沟组(Z_1a):本组为海相碎屑岩建造,局部地区具火山熔岩流,下部有海相冰碛岩,厚 503 ~ 1192 m。在雅尔当山产微体植物化石:*Trachysphaeridium cultum*, *T. hyalinum*, *Pseudozonosphaera asperella*, *Asperatopsophosphaera bavlensis*, *A. umishanensis*;在水泉一带含微古植物:*Pseudozonosphaera verrucosa*, *Trachysphaeridium* aff. *Laminarite* 与照壁山组为整合或假整合接触。南区阿勒通沟组超覆不整合于贝义西组之上。

特瑞爱肯组(Z_1t):为冰碛岩系列,局部地区是火山凝灰岩。南区为海相碎屑岩、纹泥岩,厚 518 ~ 1845 m。含古植物 *Pseudozonosphaera verrucosa*, *Asperatopsophosphaera bavlensis*, *Trachysphaeridium* sp. 等。与阿勒通沟组假整合接触。

(2) 上震旦统。包括扎摩克提组、育肯沟组、水泉组和汗格尔乔克组。

扎摩克提组(Z_2z):南区雅尔当山一带缺失该组。主要为海相复理石建造,局部有基性熔岩,下部浊积岩发育,厚 593 ~ 770 m。与特瑞爱肯组为假整合或不整合接触。含微古植物化石:*Trachysphaeridium simplex*, *T. laminarites*, *T. cultum*, *T. incrassatum*, *T. rugosum*, *Quadratimorpha* sp., *Stictosphaeridium* sp., *Fuchunshania* sp., *Asperatopsophosphaera bavlensis*。

育肯沟组(Z_2y):该组为海相碎屑岩,厚 50 ~ 70 m。含微古植物:*Trachysphaeridium cultum*, *T. hyalinum*, *T. incrassatum*, *T. simplex*, *Pseudozonosphaeridium sinica*, *P. verrucosa*, *P. asperella*, *Stictosphaeridium* sp., *Pseudodiaprodium* sp., *Lophosphaeridium* sp. 与扎摩克提组整合接触。在缺失扎摩克提组时,与特瑞爱肯组之间仍为整合接触(钟端等, 1990)。

水泉组(Z_2s):为浅海碳酸盐岩-碎屑岩建造,厚 129 ~ 465 m。在色勒克布拉克一带为海相辉绿岩、灰岩及碎屑岩,厚 298.9 m。含微古植物:*Trachysphaeridium incrassatum*,