

中国科学院

中国国家自然科学基金委员会 资助项目

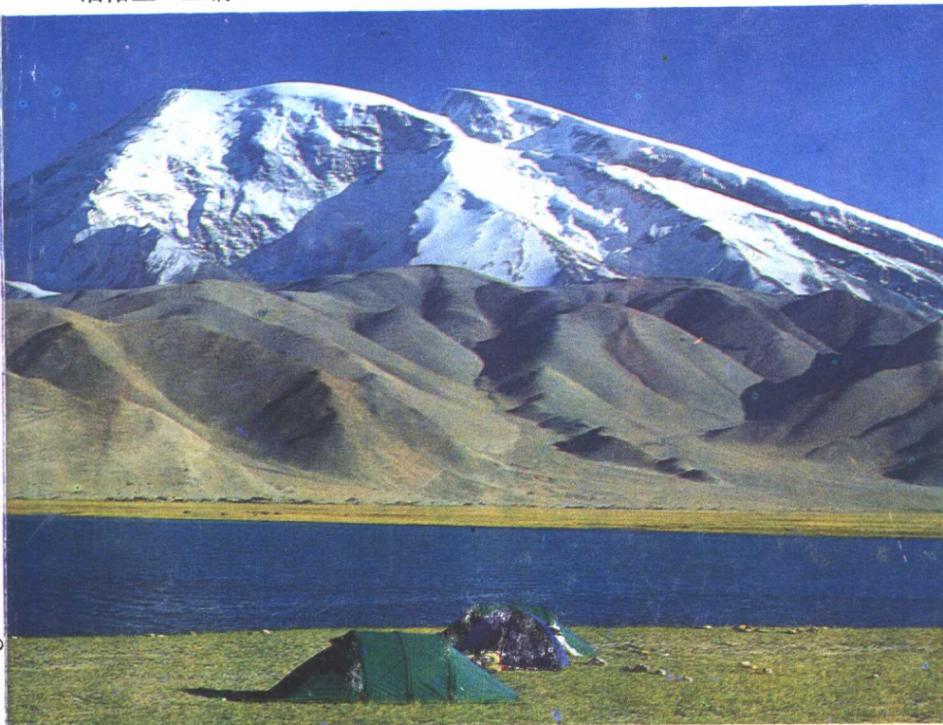
法国科学研究中心



喀喇昆仑山—昆仑山 综合科学考察导论

中国科学院青藏高原综合科学考察队

潘裕生 主编



科学出版社

喀喇昆仑山—昆仑山 综合科学考察导论

中国科学院青藏高原综合科学考察队

《喀喇昆仑山—昆仑山综合科学考察导论》编写组

主 编：潘裕生

副主编：郑 度 张青松

编写组成员(按姓氏笔划为序)：

王 毅	王东安
邓万明	布鲁内尔·M
许荣华	朱立平
李炳元	郑 度
武素功	林振耀
张 莉	张玉泉
张百平	张青松
塔波尼尔·P	潘裕生

气象出版社

1992 北京

(京)新登字 046 号

内容提要

喀喇昆仑山—昆仑山综合科学考察导论包括地质和地理两个部分，它是为1992年6月在中国新疆喀什召开的“喀喇昆仑山—昆仑山国际科学讨论会”科学旅行而撰写的。导论着重介绍科学旅行路线即喀什—红其拉甫中巴公路沿线地区的一般地质和地理的科学考察成果。可供地学、生物学等工作参考。

喀喇昆仑山—昆仑山综合科学考察导论

中国科学院青藏高原综合科学考察队

潘裕生 主编

封面设计：李炳元、朱立平

气象出版社出版发行

(北京西郊石桥路46号)

北京朝阳大地印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：4.75 字数：130千字

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷

印数：1—500册 定价：6.85元

ISBN 7-5029-1027-1/P·0517

前 言

喀喇昆仑山—昆仑山科学考察导论包括地质和地理两个部分,它是为1992年6月在中国新疆喀什召开的“喀喇昆仑山—昆仑山国际科学讨论会”科学旅行而撰写的。讨论会后的科学旅行起自喀什市,沿中国—巴基斯坦公路向南,穿过塔里木盆地西南缘、西昆仑山,顺帕米尔东缘,至中国—巴基斯坦交界的红其拉甫山口,全长约四百五十公里(图1)。

喀喇昆仑山—昆仑山以其复杂的地质历史、独特的自然地理环境和生物多样性,为国际科学家们所瞩目。先期到本区考察的世界著名科学家有斯文赫定(S. Hedin)、海宁(A. Henning)、诺林(R. Norin)、德特拉(H. de Terra)、德西欧(A. Desio)、刘慎谔、别尔雅夫斯基(H. A. Belyaevsky)等。他们的卓越工作开辟了喀喇昆仑山—昆仑山地区的科学研究,为全世界地质和地理学家所重视。

自1949年中华人民共和国成立以来,中国政府一贯重视对这一地区自然环境和自然资源的科学调查。七十年代以前主要由地质矿产部新疆地质矿产局作矿产普查和区域地质调查工作。1956—1960年在这个地区进行了几项科学考察和登山活动,包括1959年慕士塔格山登山和考察,1958—1959年中国科学院对喀喇昆仑山—昆仑山的新疆综合科学考察,1960年中国科学院对西藏西部和昆仑山的综合考察。1976年中国科学院青藏高原考察队又组织了阿里地区和羌塘高原的综合科学考察。八十年代以来喀喇昆仑山—昆仑山地区科学考察和登山活动十分活跃,例如1980—1982年由中国科学院组织的昆仑山考察,1980—1984年由地质矿产部高原地质调查队对喀喇昆仑和羌塘地区的考察,1986—1988年中—德、中—日对西昆仑山的考察,1988年意大利对乔戈里地区的考察,日本、英国等对慕士塔格山、皇冠峰和乔戈里峰的登山和考察。1987—1991年中国科学院青藏高原综合科学考察队在中国科学院和国家自然科学基金委员会的资助下开展了喀喇昆仑山—昆仑山地区的综合科学考察,其中1989—1990年中国科学院又与法国科研中心联合考察了喀喇昆仑山—西昆仑山地区,完成了叶城—狮泉河、喀什—红其拉甫两条路线的考察,对这个地区的地质历史、板块碰撞机制、区域新构造

运动、环境变迁、自然地域分异、植物生态与生物区系特征等作了深入的研究。中国科学院青藏高原综合科学考察队的部分队员于1989年还与巴基斯坦合作考察了喀喇昆仑山南坡,从中国—巴基斯坦边境的红其拉甫山口至贝桑姆(Basham),全长约600公里。1989—1990年青海可可西里地区综合科学考察对该区的自然景观和野生生物自然保护区进行了可行性研究。与此同时,新疆地质矿产局对该区也作了大量研究,编制了1/50万~1/100万的地质图和1/200万大地构造图。

喀喇昆仑山—昆仑山国际科学讨论会由中国科学院、国家自然科学基金委员会和法国科研中心联合召开,其目的是为各国地球科学家提供一个讲坛,从各个不同学科讨论和交流他们对这个地区的研究结果,鼓励进一步的国际合作研究,加强各国科学家之间更广泛的联系。

本科学导论仅就该区一般的地质和地理特征方面提供基本的资料,在科学旅行过程中或许将遇到其它许多问题,我们希望本书将有助于对这些问题的理解。

注:中文部分附图参见英文部分。

目 录

前言.....	(i)
---------	-------

第一部分 地质

一、概论.....	(1)
-----------	-------

二、基本地质特征.....	(2)
---------------	-------

2 · 1 北昆仑地体.....	(2)
------------------	-------

2 · 2 奥依塔格—库地缝合带.....	(2)
-----------------------	-------

2 · 3 中昆仑地体.....	(3)
------------------	-------

2 · 4 南昆仑缝合带.....	(3)
-------------------	-------

2 · 5 塔什库尔干—甜水海地体.....	(4)
------------------------	-------

2 · 6 塔阿西—乔尔天山—红山湖缝合带.....	(5)
----------------------------	-------

2 · 7 喀喇昆仑地体.....	(5)
-------------------	-------

三、区域地质演化.....	(6)
---------------	-------

3 · 1 前震旦纪.....	(6)
-----------------	-------

3 · 2 震旦纪时期.....	(6)
------------------	-------

3 · 3 寒武奥陶纪时期.....	(7)
--------------------	-------

3 · 4 奥陶志留纪时期.....	(7)
--------------------	-------

3 · 5 石炭—二叠纪时期.....	(8)
---------------------	-------

3 · 6 二叠—三叠纪时期.....	(8)
---------------------	-------

四、科学考察地点.....	(9)
---------------	-------

4 · 1 喀什城北小丘.....	(9)
-------------------	-------

4 · 2 阿图什西.....	(10)
-----------------	--------

4 · 3 库木塔格.....	(10)
-----------------	--------

4 · 4 奥依塔格北1 k m处.....	(10)
------------------------	--------

4 · 5 奥依塔格桥头.....	(11)
-------------------	--------

4 · 6 水泥厂南.....	(11)
-----------------	--------

4 · 7 煤矿沟东侧小沟.....	(11)
--------------------	--------

4 · 8 煤矿沟.....	(12)
----------------	--------

4 · 9 奥依塔格沟废水泥厂处.....	(12)
-----------------------	--------

4 · 1 0	奥依塔格沟废煤矿处·····	(12)
4 · 1 1	奥依塔格乡东·····	(12)
4 · 1 2	奥依塔格东村头后山·····	(13)
4 · 1 3	奥依塔格村西·····	(13)
4 · 1 4	奥依塔格河两岔口·····	(13)
4 · 1 5	奥依塔格沟南支沟·····	(13)
4 · 1 6	奥依塔格林场·····	(14)
4 · 1 7	煤矿沟沟口西侧·····	(14)
4 · 1 8	煤矿沟西大沟·····	(14)
4 · 1 9	阿克其克村西南·····	(14)
4 · 2 0	水文站东沟·····	(15)
4 · 2 1	盖孜检查站·····	(15)
4 · 2 2	盖孜检查站西原老虎嘴·····	(16)
4 · 2 3	盖孜与布伦口之间·····	(16)
4 · 2 4	布伦口东·····	(16)
4 · 2 5	布伦口东桥头南侧·····	(16)
4 · 2 6	布伦口公格尔山西北麓·····	(17)
4 · 2 7	布伦口道班南·····	(17)
4 · 2 8	包孜亚·····	(17)
4 · 2 9	喀拉库勒湖道班北头·····	(17)
4 · 3 0	苏巴什大坂北·····	(18)
4 · 3 1	塔合曼温泉·····	(18)
4 · 3 2	塔合曼盆地南缘与东缘边界正断层·····	(18)
4 · 3 3	塔什库尔干河拐弯处·····	(18)
4 · 3 4	提孜那甫西沟口·····	(19)
4 · 3 5	塔阿西东沟·····	(19)
4 · 3 6	恰特东沟口·····	(20)
4 · 3 7	卡拉其古·····	(20)
4 · 3 8	麻扎·····	(20)

第二部分 地理

一、概论	(21)
二、地貌特征与发育历史	(21)
2·1 隆起时代与幅度	(22)
2·2 地貌分区	(25)
2·3 冰川与冰缘地貌	(27)
三、气候	(28)
四、动植物区系	(29)
五、垂直自然带	(31)
六、土地利用与自然保护区	(32)
七、科学考察地点	(33)
7·1 喀什—阿图什剖面	(33)
7·2 奥依塔克	(34)
7·3 盖孜河谷地	(35)
7·7·1 盖孜检查站(海拔2350 米)冰碛冰水阶地	(35)
7·3·2 克拉牙依拉克沟口	(36)
7·3·3 艾尔库然沟口泥石流	(36)
7·4 木吉盆地东部	(36)
7·5 喀拉库勒湖附近	(37)
7·5·1 公格尔山西侧冰川地貌	(37)
7·5·2 喀拉库勒附近冰碛丘陵及慕士塔格峰	(38)
7·6 苏巴什达坂	(38)
7·6·1 苏巴什达坂垭口	(38)
7·6·2 苏巴什达坂南侧(中巴公路1710公路里程 碑)慕士塔格扩斯库拉克冰川遗迹	(39)
7·7 塔合曼盆地	(40)
7·8 塔什库尔干河谷	(41)

一、概论

青藏高原被喻为地球的第三极,以其独特的海拔高度,汇聚了亚洲许多巨大的山系,成为亚洲主要河流的发源地,是一个独特的地质地理单元,现今地壳运动十分剧烈。这里由特提斯大洋变成今天地球上最高、最大的高原,成为地球科学最大之谜;但是这里又被认为是解开地球科学之谜的金钥匙,因而成为八十年代国际地球科学的一个热点,吸引着各国地球科学家的想往。

喀什—红其拉甫地质路线位于新疆南部青藏高原的最西部,沿帕米尔东缘,横穿了喀喇昆仑山北坡—西昆仑山(图A-1),从地质历史早期至今构造活动十分活跃,是研究青藏高原与特提斯演化,岩石圈结构和板块运动的极好场所。喀什—红其拉甫路线在地质结构上具有青藏高原的共同特征,有一个两倍于正常厚度的地壳(60—70Km),地壳内具有多层结构特征,存在1—2个低速高导层。在青藏高原上存在多条不同时代的缝合线,把青藏高原分隔成几个地体,地体与缝合线相间排列(图A-2),它们的形成年代有自北向南相继变年轻的趋势。因此,青藏高原被认为是由从冈瓦纳大陆北部分裂出来的几个小地体向北漂移过程中相继增生到欧亚大陆南缘而成。

二、基本地质特征

喀什—红其拉甫地质路线穿越了喀喇昆仑山北坡—西昆仑山,横贯多条缝合带和多个地体,自北向南它们的名称是(图A-2):北昆仑地体,奥依塔格—库地缝合带,中昆仑地体,南昆仑缝合带,塔什库尔干—甜水海地体,塔阿西—乔尔天山—红山湖缝合带,喀喇昆仑地体,如果路线继续南延,在巴基斯坦境内还有喀拉昆仑缝合带(MKT,相当于西藏的班公湖—怒江缝合带),科西斯坦岛弧地体(相当于西藏的冈底斯岛弧地体或拉萨地体),印度缝合带(相当于雅鲁藏布江缝合带),和西喜马拉雅

地体,各地体的组成与历史不尽相同(表A-1)。现将各地体与缝合带的主要特征简介如下(图A-3)。

2.1 北昆仑地体

北接塔里木盆地,南以奥依塔格—库地缝合带为界。由中、晚元古界的片麻岩,混合岩构成基底,叶城南的阿喀孜山口侵入于基底岩系中的片麻状花岗岩锆石U—Pb年龄值达到2100Ma。其上为震旦系的叠层石大理岩与绿片岩互层,绿片岩的化学成分为大洋拉斑玄武岩型(邓,1991)。晚泥盆世红色磨拉石相砾岩不整合在下伏地层之上,向上碎屑物质变细,并逐步过渡到以碳酸盐岩为主,且与石炭二叠系为连续过渡沉积。侏罗系为陆相含煤碎屑岩沉积,属后构造期的山前或山间盆地型沉积。白垩系除下部有少量灰岩外,向上主要为红色砂岩、砂砾岩,沉积作用持续到早更新世,中更新世的砾石层角度不整合在其上。第三纪之前昆仑地体与塔里木盆地间似乎没有明显的界线,推测两者间存在一个较大的隐伏断裂,昆仑地体向北冲断压盖在盆地之上(图A-4)。

2.2 奥依塔格—库地缝合带

分隔了北昆仑地体与中昆仑地体。主要有枕状熔岩、玄武岩、辉绿质岩墙群、超基性岩及硅质岩复理石组成。枕状熔岩的化学成分属成熟大洋中脊拉斑玄武岩型;硅质岩复理石的岩石学、矿物学和地球化学特性与下伏洋壳成分十分相似,属深海蛇绿质浊积岩(表A-2、A-3,图A-5、A-6)(王,1989),因此,这是一条被破坏了的蛇绿岩。年代是一个有争议的问题,我们根据库地北侵入于枕状熔岩及火山岩中的中酸性岩浆岩的年龄,北侧的闪长岩Rb—Sr年龄为458Ma,U—Pb锆石年龄为458.2Ma, ^{40}Ar — ^{39}Ar 年龄为480Ma,K/Ar年龄为517Ma(新疆地质局,1985);南侧的花岗岩 ^{40}Ar — ^{39}Ar 年龄为384Ma,Rb—Sr年龄为423Ma,库地北超基性岩体中的伟晶角闪岩脉曾测得其角闪石的Rb—SR年龄为

816Ma(新疆地质局,1985),枕状熔岩的模式年龄为距今6—9亿年(表A-4),为此,可暂把蛇绿岩的年代定为震旦纪—早古生代。该带在奥依塔格沟中见强烈糜棱岩化,用氧同位素测得其变形温度达530℃以上。

2.3 中昆仑地体

北界奥依塔格—库地缝合带,南界为南昆仑缝合带。由角闪岩相的斜长片麻岩、混合质条带状片麻岩、角闪岩等组成基底岩系,被酸性和基性两种岩脉穿插,岩脉已被变质成角闪岩相。晚古生代沉积不整合在其上,泥盆至二叠纪为连续沉积,下部从陆相红色磨拉石开始,向上以碳酸盐岩为主,晚石炭至二叠纪地层中常夹中性及中基性火山岩,如盖孜、峡南桥等地的安山岩、安山玄武岩等,其岩石化学性质属钙碱性岛弧系列(图A-7)。南缘有时有三叠系砂页岩,而且在页岩中常见石炭二叠系的灰岩和其它岩石的岩块,属滑塌堆积。侏罗系与北昆仑相似,为山间盆地型陆相含煤碎屑岩沉积;白垩系及其后有零星红色小盆地堆积。中昆仑的另一特征是广泛的中酸性深成岩基的出露(图A-8),岩石组合较多样复杂,从中性的闪长岩到酸性的花岗岩都有,从目前所得到的年龄值主要集中在两个时期,即540—400Ma和260—200Ma。岩石化学都属钙碱系列(图A-9,表A-5、A-6、A-7),其特征表现为与俯冲碰撞有关的英云闪长岩、二长花岗岩。因此,中昆仑地体是两期岛弧的叠加。

2.4 南昆仑缝合带

它分隔了中昆仑地体与塔什库尔干—甜水海地体。西段往往缺乏蛇绿岩,东部木孜塔格北坡有蛇绿岩出露(图A-10)。往往被近期左旋走滑断裂所改造,但两侧的地质历史、岩相建造、岩浆活动、构造变形与变质作用均有明显的差别,因此,作为地体的一条重要的构造界线仍然是存在的(图A-4, A-11)。早期的冲断剪切变质带在许多地段仍十分清楚,如康西瓦附近断裂带中的岩石都呈透镜状及糜棱岩化的肠状混合

岩,或呈膝褶带,如麻扎、盖孜等。根据线理方向,表明早期南侧的地体向北俯冲,一系列由北向南的冲断层形成叠瓦状,甚至在一些地方可见到混杂岩,如赛里亚克达坂。后期有些地方有反向冲断,即由南向北的逆冲推覆,如盖孜一带;近代以左旋走向滑动为主,错断了现代洪积扇与冲沟,如康西瓦一带。

2.5 塔什库尔干—甜水海地体

北界南昆仑缝合带,南界塔阿西—乔尔天山—红山湖缝合带。主要由一套浅变质地层组成,由东向西(向帕米尔方向)变质加深,东部新藏公路沿线为绿片岩相,主要为板岩、千枚岩,本路线出露地层普遍可达角闪岩相,以片岩、片麻岩为主,个别地段有较多的混合岩,变质不均匀,在较小的范围内变质有明显的差异。由于这套地层主要为碎屑岩复理石,岩性很难区分,化石又少,加之变质,因此很难划分,时代至今还是一个问题,根据区域资料,目前已知含奥陶纪、志留纪、石炭纪、二叠纪和三叠纪等时代的化石。东部新藏公路沿线,三叠纪为岩性单调的灰色砂板岩,古生界为灰绿色含火山岩、火山碎屑岩、凝灰岩和灰岩的千枚岩,复理石建造。主变形期在晚三叠世—早侏罗世,其后只有零星陆相红色盆地堆积。整个区域构造变形强,形成较复杂的短线形倒转同斜或等斜褶皱,平卧者也不乏鲜例,褶皱轴面通常向北倾。岩浆活动不强,但著名的公格尔山和慕士塔格山都由片麻状花岗岩组成核心(图A-11),对慕士塔格山东南叶尔羌河谷中类似的片麻状花岗岩进行分析,测得其U—Pb年龄值为204Ma。值得一提的是塔什库尔干碱性杂岩带,沿塔什库尔干谷地呈北北西向展布(图A-8),侵入于云母角闪石英片岩中,由霓霞岩、霓辉正长岩、碱性花岗岩和二长花岗岩组成,以塔什库尔干城西岩体最为典型,明显可见几个不同侵入阶段,由早期侵入的霓辉正长岩,稍晚侵入的碱性花岗岩和晚期侵入的二长花岗岩。我们已测得碱性花岗岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄值为12.03Ma,二长花岗岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为11Ma。这套岩石的形成是否与帕米尔向北推挤,喀喇昆仑右旋断层的强裂活动有关有待进一步研究。

2.6 塔阿西—乔尔天山—红山湖缝合带

它分隔了塔什库尔干—甜水海地体与喀喇昆仑地体。该缝合带大部分地段被后来的地层所覆盖,原来的面貌很难恢复。有一点十分瞩目,它是海相侏罗系的北界(图A-3)。它的两侧古生界和三叠系地层无论是岩石类型、沉积建造、生物群面貌都有显著差异,构造变形、岩浆活动和变质作用也不一样,作为一条构造界线显然是存在的。向东它与金沙江缝合带相联,在西藏、青海和金沙江沿岸均有很好的蛇绿岩剖面出露,在路线上没有直接见到蛇绿岩,但在塔什库尔干县城南的塔阿西一带见有一套海相火山岩及可能由层状辉长岩变质而成的似层状斜长角闪片麻岩,或许是一套变质蛇绿岩,但由于变质深,受后期影响大,投影图都很分散(见后面),性质目前还难以肯定。根据岩石中普遍含磁铁矿,作出的变形温度可达420℃以上。

2.7 喀喇昆仑地体

北界塔阿西—乔尔天山—红山湖缝合带,南界在巴基斯坦境内的主喀喇昆仑冲断层(MKT)。主要由古生界、中生界地层组成、最具特色的是早二叠世早期的冈瓦纳相沉积(图A-4),含典型的冷水动物群,通常下部为石英岩、石英砂岩、其上为含砾板岩,向上与茅口期灰岩呈过渡关系,灰岩中产喜温型蜓类生物群。卡拉其古一带的板岩即为该期产物,通常很少见到含砾,在塔什库尔干河西岸可见到含砾板岩,这套地层向南可越过红其拉甫山口,与巴基斯坦境内的米斯卡尔(Misgar)板岩、帕苏(Passu)板岩相对比,所不同的是在卡拉其古一带含几层中基性火山岩,火山岩的化学成分属岛弧相钙碱性系列(图A-7)。古生界、中生界均为浅水沉积,除冈瓦纳相沉积外以灰岩为主,含较丰富的生物群,三叠系、侏罗系在卡拉其古一带均为陆架型灰岩沉积。由于科西斯坦弧后盆地于白垩纪封闭,使喀喇昆仑隆起成陆,导致白垩系为红色砂砾岩、砂岩沉积,在卡拉其古一带均出露于向斜核部(图A-11)。从卡拉其

古到红其拉甫山口一带可见两期中酸性深成岩,一期为已变形的花岗闪长岩,目前尚未取得确切年龄值;另一期为红其拉甫山口一带的花岗岩,沿喀喇昆仑主脊线向东可与乔戈里峰岩体相联,各家测得年龄略有差异,红其拉甫—明铁盖岩体的U—Pb年龄值为104Ma。在卡拉其古东另有一套碱性岩,岩石类型与时代可与塔什库尔干一带的碱性岩对比。

更南的几个地体和缝合带已超出本路线范围,就不在此叙述了。

三、区域地质演化

由各地体和缝合带的地质特点可以看出,西昆仑和喀喇昆仑的地质历史是相当复杂的,它们经历了从前震旦纪至今的全部地质过程,而在空间上又是有一些小地块组合而成的,这些小地块相互之间有着密切的关系和规律可循。我们按其自然发展规律,把整个区域的地质演化历史分成下列几个阶段(图A-12)。

3.1 前震旦纪

阿喀孜山口片麻状花岗岩的锆石U—Pb年龄为2100Ma,它侵入于斜长片麻岩、混合岩及角闪岩中,大体可代表昆仑山基底岩系的形成年代。这是区内目前测得的最老年代,或许这时的昆仑山、塔里木和华北可能为同一陆块,构成原始中国大陆的一部分。这个时期欧亚与冈瓦纳的关系尚不清楚。

3.2 震旦纪时期

在亚洲古大陆架南缘发生破裂,破裂的标志是一套火山岩的形成,而且火山岩的岩石化学成分为大洋中脊拉斑玄武岩型(表A-8、A-9),而投影点落在板内(图A-7)说明是在拉张环境中由陆壳地块破裂形成的,破裂作用是发生在浅水大陆架基础上,因此形成与代表稳定相的含叠层石的灰岩呈互层,如阿喀孜山口两侧的大理岩与绿片岩的互层。

3.3 寒武奥陶纪时期

自震旦纪大陆架破裂后在拉张环境下破裂槽不断扩张,逐渐出现了真正的深水大洋盆地,如一些克沟的枕状熔岩与硅质岩复理石、奥依塔格的火山岩、枕状玄武岩及硅质岩复理石,枕状熔岩的岩石化学成分表明为成熟大洋中脊拉斑玄武岩型(图A-13),而硅质岩复理石为典型的远洋蛇绿质浊流沉积,缺乏大陆物质,化学成分上与洋底火山岩一致(表A-2, A-3),表明它们都是在这样的深水大洋盆地中形成的。这个洋我们称之为原特提斯,代表亚洲大陆形成以后,位于它南缘与冈瓦纳大陆之间最早的一个大洋盆地。

3.4 奥陶志留纪时期

原特提斯自它形成后,洋内就发生冲断作用,这种洋板的冲断作用具有早期洋内俯冲的性质,因此形成一套安山玄武岩或玄武安山岩的中基性火山岩及火山碎屑岩,如一些克沟中的安山玄武岩,它与下面的洋壳玄武岩呈断层接触,而在玄武安山岩中常可见到少量带磨圆的玄武岩及沉积岩砾石,底部似为玄武岩破碎再堆积,向上则与硅质岩呈过渡关系,硅质、凝灰质复理石直接盖于其上。当原特提斯于奥陶纪向南消减时诱发了两种地质事件:首先是在邻接的中昆仑地体产生第一期岛弧岩浆作用,形成年龄值为540—400Ma的大量英云闪长岩和二长花岗岩小型岩基,它们中有大量侵入于消减碰撞带附近的洋壳玄武岩中,表明消减角度是相当陡的。其次在南昆仑(塔什库尔干—甜水海地体)逐渐形成弧后盆地,堆积了一套碎屑岩为主的物质,夹有火山岩、凝灰岩、凝灰质砂页岩与台地相的灰岩,反应了多变的沉积环境,经后来的变质作用,形成今天所见的灰绿色千枚岩夹数层火山岩与灰岩,普遍具浊流沉积特征,反映了半深水的沉积环境,所以化石稀少,就目前所发现的少量化石中含奥陶纪、志留纪、石炭纪和二叠纪等时代,但由于岩性类似,地层界线难以划分,或许包括了奥陶纪到二叠纪的整个地层。从这些特征看它既不同于稳定的大陆架环境,也不同于活动的大陆边缘或典型的

大洋环境,最符合弧后盆地环境。消减作用持续到奥陶纪末或志留纪初,原特提斯大洋封闭,中昆仑地体与北昆仑地体碰撞,重新拼合到一起。因此,昆仑山普遍缺失志留系沉积,晚泥盆统的红色磨拉石不整合在下伏地层之上,此时沉积中心主要南移到弧后盆地中。

3.5 石炭—二叠纪时期

原特提斯封闭后,弧后盆地继续扩张,成为主要的沉积区,至石炭二叠纪,盆地中出现了真正的大洋型地壳。但并非为统一的大洋盆地,而是洋壳陆壳共存的多岛洋盆性质,这个大洋就是通常所说的古特提斯。所以古特提斯是在原特提斯的弧后盆地基础上,经过长期扩张、具有复杂地形的大洋盆地。此时,古特提斯北缘联接亚洲大陆架,沉积了一套以碳酸盐岩为主的物质,生长着以鲕类、群体珊瑚等温暖型动物群,而古特提斯南缘与冈瓦纳大陆北部大陆架相联,那里在二叠纪早期沉积了一套冰海相物质,以冷温型的 *Eurydesma*, *Stepanoviella*, *Iranophyllum* 动物群为主。因此,古特提斯是晚古生代时期分隔冈瓦纳大陆与欧亚大陆的大洋盆地。

3.6 二叠—三叠纪时期

古特提斯大洋壳主要形成于石炭—二叠纪,就目前发现的蛇绿岩的时代主要为早石炭世至早二叠世,如西金乌拉、木孜塔格、玛沁等。最晚于二叠纪中期古特提斯已向两侧消减,北侧沿第四缝合带(南昆仑缝合带)向北消减到欧亚大陆下面,形成昆仑山第二期岛弧岩浆活动,主要年龄值都落在260—200Ma之间。南侧沿第三缝合带(金沙江缝合带)向南消减于喀喇昆仑—羌塘地体之下,并在其北缘形成了一条不十分强大的、断续分布的岛弧岩浆带,在东部地区获得的少数年龄值均落在260—220Ma之间,西部地区尚缺年龄数据,并使更南的冈瓦纳大陆发生破裂,经中生代的拉张而形成新特提斯洋,同时新特提斯于早中生代的扩张,又加快其北边的地块向北漂移,加速了古特提斯的封闭,但在二叠、

三叠系地层中普遍伴有岛弧相钙碱性中性火山岩。由此可见,消减作用可延续到中、晚三叠世,晚三叠世中晚期古特提斯大洋封闭,洋盆中的一些陆壳与两侧的陆块重新碰撞拼接到一起,并一起添加到亚洲大陆南缘。因此,晚三叠世的印支运动对青藏高原北部地区有重大的影响,不仅使古特提斯消亡,而且使喀喇昆仑—羌塘以北地区从此进入了一个新的地质历史发展阶段。当然喀喇昆仑—羌塘当时还是南亚大陆架,并未升出海面,它的最后形成与第二缝合带有关,如红其拉甫山口的花岗闪长岩侵入在二叠系板岩与侏罗系灰岩中,分异度低,属活动板块边缘或火山弧性质,年龄在100Ma左右,南坡巴基斯坦境内岩体更年轻,年龄值在60—80Ma。

昆仑山—喀喇昆仑山至此已基本形成,虽然此时并未抬升成高原,但已奠定了基础。新特提斯于第三纪始新世封闭,印度次大陆与亚洲主大陆发生碰撞,并且继续向北推进,使本区大陆内部产生进一步强烈变形,南北方向缩短,垂向上地壳加厚,并逐步抬升,原有的构造又都重新活动起来,有的继承了原来的活动方式,逆冲推覆,有的改变了原来的活动方式,产生大尺度的走向滑动,也有许多张性断裂。因此,本区成为大陆地区现今最活动的地区之一,也是大陆内部少有的火山活动区,如昆仑山第四纪火山活动带。

四、科学考察地点

4.1 喀什城北小丘

塔里木盆地的第四纪变形,在横过小丘的1—2km距离内可以见到一个完整的背斜,褶皱枢纽北西西向,向北西方向倾伏,由上新世阿图什组的微红色砂岩、灰绿色泥岩与灰色泥灰岩组成核部,向两翼逐渐出现砾岩夹层,并过渡到早更新世的砂砾层和砂岩层(西域砾岩);在南翼被中晚更新世的冲洪积砂砾层平缓地不整合覆盖。背斜构造不对称,南翼缓、北翼陡,总体为不对称的拱形褶曲(图A-14)。早更新世与中更新世之间的这次构造运动在青藏高原及其周边普遍可见,是喜马拉雅运动