

亚洲中部山地夷平面研究

——以天山山系为例



王树基 主编

科学出版社

亚洲中部山地夷平面研究

——以天山山系为例

王树基 主编

国家自然科学基金资助项目(49471010)

科学出版社

内 容 简 介

本书主要论述了亚洲中部山地夷平面(以天山山系为例)的分布、形成过程与演变机制、形成时代,以及山地夷平面在亚洲中部山地地貌发育中的作用。

本书可供从事地理、地质等方面研究的科研人员及高等学校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

亚洲中部山地夷平面研究:以天山山系为例/王树基主编.-北京:科学出版社,1998.6

ISBN 7-03-006480-1

I. 亚… II. 王… III. 山地-夷平面-研究-中亚 N. P943.606

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 28412 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
1998 年 6 月第一次印刷 印张: 8 ½
印数: 1—1 000 字数: 193 000

定价: 18.00 元

前 言

夷平面是地表形态发展演变历史中的一种地质地貌现象,具有时间与空间分布的特点。它是地壳处于相对稳定状态下,经过漫长地质时期的侵蚀、剥蚀作用,将山地夷平成起伏平缓地面的结果。山地夷平面普遍存在于全世界各大山系中。这种夷平面虽然经过后来长期的破坏失去了原来的形态,然而其残体仍有遗迹可循。它们或出露地表,或埋藏于地下。这对研究区域地貌发展演变历史具有重要意义。

对于夷平面这一地质地貌现象,早在19世纪末叶已被地质、地理学家所发现。尽管学者们对这种自然现象冠以不同的名称,但其所指都是同一地貌,诸如准平面、上部剥蚀水准面、山顶面、剥蚀面、均夷面、夷平面等。“准平原”一词是美国著名地理学家W. M. Davis (1850~1934)首先在1889年提出来的,他是将拉丁文“Pene”和英文“Plain”连起来命名的^①。与此同时,德国学者A. Penck(1858~1945)把均夷面叫做波状平原。他在阿尔卑斯山的研究中又提出“上部剥蚀水准面”(1889年)与“峰顶面”(1919年)的名称^②。A. Penck的儿子W. Penck(1888~1923)在1919年以后大大地发展了关于山地均夷面的概念。本世纪50年代,原苏联学者A. C. 巴尔科夫认为,准平原即“类平原”或称“终极平原”^③。原苏联著名地貌学家K. K. 马尔科夫在《地貌学基本问题》(俄文版,1948)一书中,则提出了地貌水准面的看法(189~205页),认为在某一特定的地貌水准面范围内,相应地地貌作用就是主导的作用,据此分出四种地貌水准面,并指出“侵蚀堆积水准面”或“剥蚀水准面”(即剥蚀面)是准平原的同义词。本世纪中期以来,我国一些地质、地貌学家将这种地貌先后称为准平原、剥蚀面、剥夷面、夷平面等。例如,著名地质学家黄汲清称为准平原^④,地质学家马杏垣称为剥蚀面^⑤,地貌学家罗来兴等,称为古剥夷面(又称夷平面)^⑥,徐叔鹰等直接采用夷平面^⑦这一名词。

仅从上述不难看出,尽管国内外的地质地貌学家对这一地质地貌现象的称谓各不相同,但都讲的是同一对象;而且大家一致认为,这种地貌是在地壳运动相对稳定状态下,地表经过长期的剥蚀夷平过程而形成的。虽然学者们专门研究夷平面的论文很少,但在各个地区的地貌考察中大都注意到这一问题,且多在其著作中有所涉及。由此可见,夷平面在

① 任美镔编译,1958,台维斯地貌学论文集,科学出版社,34。

② 转引自K. K. 马尔科夫,1957,地貌学基本问题,地质出版社,167。

③ A. C. 巴尔科夫,1962,自然地理辞典,中国工业出版社,180。

④ 黄汲清,1957,中国新构造运动的几个类型,中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录,科学出版社,8~44。

⑤ 马杏垣,1957,五台山及中条山区的一些新构造运动现象,中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录,科学出版社。

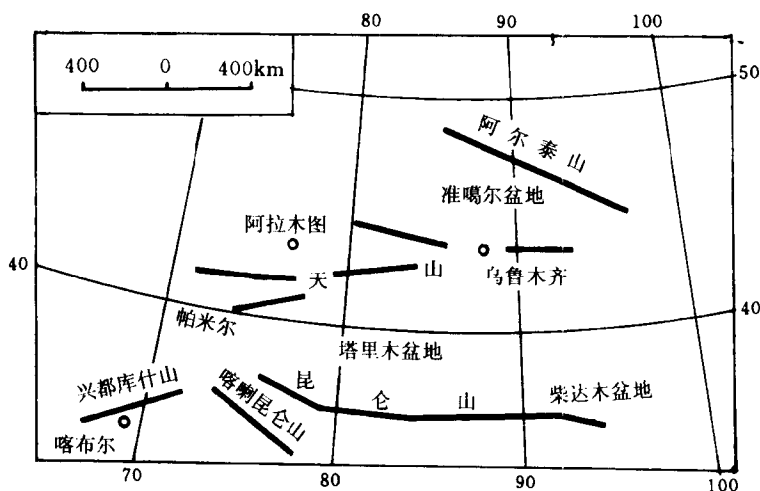
⑥ 罗来兴等,1963,川西滇北地貌形成的探讨,地理集刊,第5号,科学出版社。

⑦ 徐叔鹰,1962,论夷平面,《中国地理学会1961年地貌讨论会论文摘要》,科学出版社。

世界各大洲的现代山地中均可找到。

研究表明,地球陆地表面夷平面分布甚广。K. K. 马尔科夫在《地貌学基本问题》一书中(115页)指出,高的均夷面的总面积约为 $3 \times 10^7 \text{km}^2$,这个数值约占地球面积的6%。其中以亚洲中部夷平面保存最好。我们姑且不论上述数字准确与否,然而这也足以说明全世界夷平面分布的普遍性。世界不少著名的山地与高原,至今仍保存着大面积的夷平面或其残体,诸如阿尔卑斯山区、东部非洲高原、印度德干高原、亚洲中部山地等等。

这里所指亚洲中部山地主要包括阿尔泰山、天山、昆仑山、喀喇昆仑山、兴都库什山、帕米尔高原等(见图)。这些山系都是国际山系,高度巨大,山体十分宏伟。



亚洲中部山地图

我国幅员辽阔,陆地面积广大,夷平面分布比较普遍。东北的大小兴安岭^①与东部山地^②,华北的太行山^③,内蒙古东部高原,鄂尔多斯高原^④,秦岭山地^⑤,长江中下游地区^⑥,川西、滇北地区^⑦,青藏高原的冈底斯山、喜马拉雅山^⑧,祁连山^⑨等地至今仍有夷平面保存。地处我国新疆的天山、阿尔泰山、昆仑山、喀喇昆仑山、帕米尔高原等地的夷平面也保

- ① 孙肇春,1984,东北断块构造与地貌,中国地理学会第一次构造地貌学术讨论会论文集,科学出版社,69~74。
- ② 唐成田等,1984,东北东部山地的构造地貌,中国地理学会第一次构造地貌学术讨论会论文集,科学出版社,90~92。
- ③ 吴 忱,1984,太行山东麓唐河中下游河谷地貌与新构造运动,科学出版社,154~161。
- ④ 杨景春,1993,中国地貌特征与演化,海洋出版社,34~42。
- ⑤ 齐鑫华等,1984,陕西秦岭构造地貌基本特征,科学出版社,145~150。
- ⑥ 杨怀仁等,1984,中国东部断裂构造地貌分析,科学出版社,32~39。
- ⑦ 罗来兴等,1963,川西滇北区地貌形成的探讨,地理集刊,第5号,科学出版社。
- ⑧ 李吉均,1995,青藏高原隆起的三个阶段及夷平面的高度与年龄,地貌·环境·发展,中国环境科学出版社,1995,1~5。
- ⑨ 尹泽生等,1992,祁连山区域地貌与制图研究,科学出版社,35~37。

存很好^{①~⑤},为研究这一地貌现象和山地的发展演变及夷平面形成时的自然环境提供了优越的条件。

每条山地夷平面的出现标志着该山地及毗邻地区地貌发展中的一个特殊阶段,研究一个地区的夷平面对于认识区域地貌发育过程与演变历史,断定本区域的地貌形成时代及其当时的自然环境等,均具有重要的科学意义。埋藏夷平面以及其上风化壳层的研究,对于寻找次生矿床、掌握其环境演变有着很大的实用价值。

亚洲中部山地规模宏伟,海拔很高,环境恶劣,交通不便,有许多地方难以涉足,实地考察很少,有些地区还属科研上的空白,资料非常缺乏。同时,由于前人专门研究山地夷平面的工作尚未见到,所以至今有关山地夷平面的形成时代(特别是绝对年龄)、夷平面的同时性与异时性等问题,目前仍属悬案。我们试图通过该项目的研究工作,获取大量的信息与资料,期望能够推动上述问题逐步解决。

“亚洲中部山地夷平面研究——以天山山系为例”是一项国家自然科学基金资助的课题,批准号为49471010,研究时间为1995年1月1日至1997年12月31日。课题负责人王树基,成员有穆桂金、赵兴有、闫顺、叶玮、陈利军及研究生托尔逊·哈斯木。本课题以天山山地夷平面为主要研究对象,通过野外实地考察获得宏观上的总体认识,收集到很多第一手实际资料;采集到不少样品,从微观上提取众多科学数据与信息;同时,进行了大比例尺地形图分析圈定。在这种可靠的基础之上,我们参考了前人有关山地夷平面的记述,进行科学的分析对比,得出比较可信的科学结论。本专著就是在这样的基础上撰写而成的。本书是集体劳动成果。全书共分十一章二十六节,其中前言、第二章、第四章、第九章第三节和第十一章由王树基执笔;第一章、第五章由穆桂金执笔;第三章、第八章及第九章第一、二节由赵兴有执笔;第六章由叶玮执笔;第七章由闫顺执笔;第十章由陈利军执笔。

全书由王树基负责汇总、修改、定稿。书中插图分别由各章作者编制,丁素英、王淑萍、刘霞等清绘。书中大量数据是中国科学院新疆地理研究所沉积物实验室史家丽、¹⁴C实验室赵兴有、罗军、孢粉实验室徐英勤,和中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所分析测试室陈谭明承担测试提出来的。本专著文稿曾经课题组成员多次讨论、修改、审定,但因受条件限制,特别是经费不足,不可能进行大面积实地考察,还因国内测试手段不足,所获资料不能如愿,加之作者的学术水平有限,错误之处在所难免,敬请读者指正。

①中国科学院新疆综合考察队等,1978,新疆地貌,科学出版社。

②中国科学院新疆地理研究所,1986,天山山体演化,科学出版社。

③乌尔坤别克,1991,阿尔泰山若干地貌发育问题的探讨,阿尔泰山地区科学考察论丛,科学出版社,13~24。

④袁方策等,1991,阿勒泰地区新构造运动的初步探讨,阿尔泰山地区科学考察论丛,科学出版社,1~12。

⑤P. П. 扎比罗夫,1960,帕米尔冰川作用,科学出版社。

目 录

前 言

第一章 区域地质背景	(1)
第一节 区域地质构造格局.....	(1)
第二节 陆壳碰撞的造山作用及山体构造骨架.....	(5)
第三节 区域构造演化与夷平面形成演变的关系.....	(9)
参考文献	(14)
第二章 天山山系构造地貌的发展演变	(15)
第一节 天山山系构造演化概述	(15)
第二节 天山山系构造地貌的发展演变	(17)
参考文献	(22)
第三章 现代天山山地夷平面的分布与主要特征	(23)
第一节 夷平面现存面积与空间分布	(23)
第二节 夷平面的起伏度与变形状况	(29)
参考文献	(31)
第四章 夷平面的形成与演变	(32)
第一节 夷平面的形成与解体过程	(32)
第二节 多级夷平面的形成原因	(36)
第三节 夷平面演变机制与动力学分析	(38)
参考文献	(41)
第五章 天山夷平面的级数与形成时代	(42)
第一节 夷平面级数的确定	(42)
第二节 夷平面的形成时代	(48)
参考文献	(57)
第六章 天山夷平面上的沉积物及其特征	(58)
第一节 夷平面上沉积物的类型与分布状况	(58)
第二节 夷平面上沉积物的特征	(59)
第三节 亚洲中部古风化壳特征对比	(71)
第四节 影响风化壳发育和保存的因素	(76)
参考文献	(78)
第七章 山地夷平面形成及其自然环境	(80)
第一节 新疆地区第三纪以来的环境演变	(80)
第二节 夷平面形成时期的自然环境	(87)
参考文献	(95)
第八章 天山古夷平面的恢复与重建	(96)

第一节	中生代夷平面与相关沉积	(96)
第二节	第三纪夷平面与相关沉积	(97)
第三节	夷平面的隆升与解体位移	(98)
	参考文献	(99)
第九章	亚洲中部其它山地夷平面的分布及其主要特征	(100)
第一节	阿尔泰山夷平面的分布与主要特征	(100)
第二节	昆仑山、阿尔金山夷平面的分布与主要特征	(104)
第三节	喀喇昆仑山与帕米尔高原的夷平面分布及其特征	(107)
	参考文献	(114)
第十章	夷平面在亚洲中部山地地貌发育中的作用	(115)
第一节	夷平面是山地地貌发育中的一个重要阶段	(115)
第二节	夷平面是山地层状地貌的基础	(117)
	参考文献	(120)
第十一章	亚洲中部山地夷平面与我国其他地区夷平面之比较	(121)
	参考文献	(127)

第一章 区域地质背景

亚洲中部主要山系发育在古板块边缘构造带的基础之上,它们在地质构造演化历史中经历了漫长而复杂的发展过程。山地夷平面的形成与演化代表了这一过程的最近发展阶段,而更早的发展阶段则为最近阶段奠定了必要的区域构造基础。夷平面作为区域准平原化的产物,其原始分布远远超出山地的分布范围,现代山地的层状地貌也仅仅是部分地保存了其原始形态特征。亚洲中部山地夷平面在阿尔泰山、天山、昆仑山、喀喇昆仑山和帕米尔高原等地都有保存,但其特征具有明显的差异,这充分表明了区域构造格局及其活动特性在夷平面形成演化过程中所起的重要作用。

关于亚洲中部区域地质,前人已做过大量基础性研究工作,为区域地质构造分析提供了丰富的资料(任纪舜等,1980;李春昱等,1982;黄汲清,1983,1984)。虽然不同的构造学派有其不同的解释,但他们所引用的基本事实依据是相同的,并且都越来越多地吸收板块构造学的理论。根据区域构造运动的发展演变规律、区域构造地貌的形成演化特征和大地构造动力学机制等之间的密切联系,板块构造学理论更能全面系统地解释亚洲中部地区的区域地质发展演化过程。因此,本书采用板块构造学术语(金性春,1984)来讨论亚洲中部地区的区域地质背景。

第一节 区域地质构造格局

从大地构造学意义上讲,亚洲中部是全球最重要、最复杂的一个地区,记录了欧亚板块形成演变的全过程及印度板块对欧亚板块的俯冲和大陆近期的碰撞。亚洲中部现代区域构造格局的基础,奠定在以西伯利亚地块为核心的西伯利亚板块和以塔里木-中朝地块为核心的华夏板块(或称塔里木-中朝板块)的最后拼接,然而定形于印度板块向北作A型俯冲和印度大陆对古亚洲大陆的碰撞。说到亚洲中部既是全球最重要又最复杂的地域,那是因为在欧亚大陆形成之前,这里是西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块、华夏板块及冈底斯-羌塘板块的长期相互作用地区(图1.1);而后又是印度板块向北俯冲,印度大陆对欧亚大陆强烈碰撞产生突出影响的地区。西伯利亚地块和塔里木-中朝地块都是十分古老的地块,经历了漫长的大陆边缘增生褶皱、变质和岩浆作用;到晚古生代中晚期古亚洲洋消亡,才形成了联合大陆——古亚洲大陆,并保存了古板块、地块、古陆等构造单元及其复杂多样的边缘构造带和古陆增生褶皱带。另外,华夏板块又不断向南增生,直到特提斯海消亡。亚洲中部山系就是在这些古板块、地块及古陆间边缘构造带的基础上,由于印度板块向欧亚板块作A型俯冲过程中板内陆壳再次强烈缩短、抬升,从而形成了亚洲中部规模巨大的诸条山系。

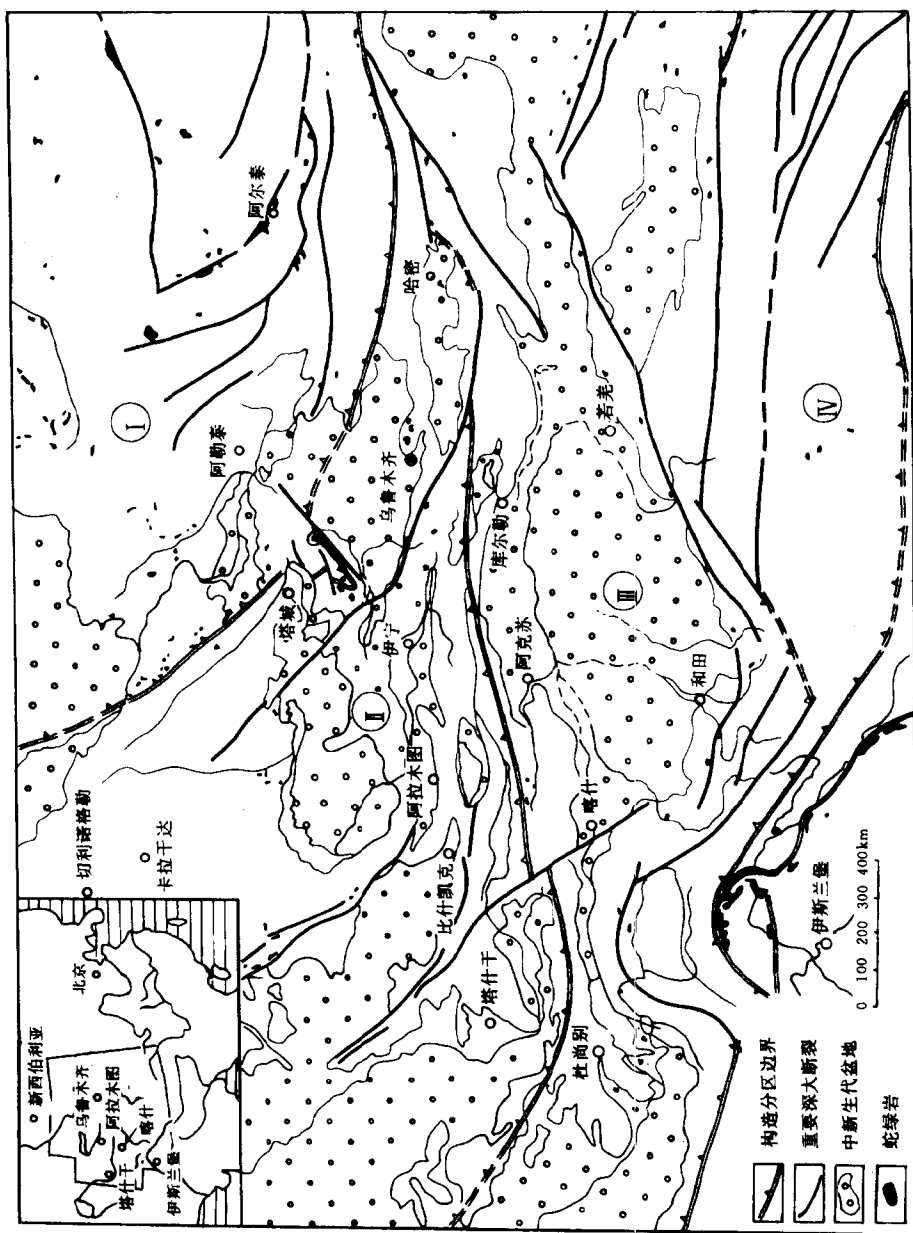


图 1.1 亚洲中部古板块构造示意图

资料来源:李春昱等,1982;肖序常等,1990,1992;姜春发等,1992。

I. 西伯利亚板块; II. 哈萨克斯坦板块; III. 华夏板块(或塔里木-中朝板块); IV. 冈底斯-羌塘板块

一、区域构造单元简介

综合前人对欧亚大陆板块构造的划分,不难看出仍有许多不能统一的结论。西伯利亚地块和塔里木-中朝地块都是非常古老的地块,由于漫长的地质演化过程,每次构造运动都对以前大地构造产生强烈的改造和沉积埋藏,特别是板内构造发展演化,如走滑、剪切对古板块边界的破损以及拉张对古板块、地块及古陆等的裂解,导致古板块边界许多遗迹已变得模糊不清,对辨认古板块边界造成困难。因此,对亚洲中部古板块构造单元的划分众说纷纭,意见很不统一。显然这并不是板块理论不能用于现代大陆内部的大地构造体系,而是因为现代科学技术还无法恢复古老的大地构造格局。自1982年李春昱等第一次用板块构造学理论对亚洲大地构造进行单元划分(李春昱等,1982)后,已有许多学者先后对中国的新疆、亚洲中部等有关区域提出了不同的板块构造划分意见(黄汲清等,1990;肖序常等,1990;张良臣,1995;何国琦等,1995;潘裕生,1992);并各自列举了大量的有利证据。总结前人的划分意见,我们发现虽然各自的划分结果相差甚远,但所引用的基本事实证据及整体轮廓是一致的。其共同之处有:①大型古板块的确认与命名;②具有控制性作用的深大断裂带的分布及其走向;③古板块之间的相互作用关系及总体演化阶段等。但争议也不少,如:①古板块边界的位置与走向不能取得一致意见;②一部分构造单元的基底性质与组成仍没有一致的结果;③部分地段古洋壳的消亡及陆壳的增生方式还处在讨论阶段;④对一些深大断裂的功能仍有明显争议;⑤由于上述及其他争议,造成次级构造单元划分与命名具有很大差异。我们相信这些争议将随着板块构造理论的发展和区域地质研究的深入一定会逐步解决。

图1.1仅示意前人研究成果中已取得共识的主要部分,以反映亚洲中部山系形成演化的地质构造基础。欧洲板块最后形成于晚古生代晚期,由众多的古陆壳(或古板块、地体)拼合而成。前已述及,亚洲中部山地分布区主要包括西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块、华夏板块和冈底斯-羌塘板块(或称为羌塘板块)。这些山系位于板块构造边缘,还可以进一步划分出次级构造单元,但目前认识还不统一。西伯利亚板块是以西伯利亚地盾及地台为核心的巨大板块,南部与华夏板块相接,西及西南部与哈萨克斯坦板块分界;哈萨克斯坦板块由一些大小不等的具有前震旦纪结晶基底的陆块及洋壳碎片组成,完整存在的时代为晚古生代早期。由于处在西伯利亚板块与华夏板块之间,在拼合前和成陆后长期受到上述两大板块的作用,使其边界及内部构造,特别是其东部构造十分复杂;华夏板块是以塔里木-中朝地块为核心,具有前震旦纪结晶基底及古生代稳定的陆棚相盖层;冈底斯-羌塘板块还未能被公认,包括了羌塘等高原内众多的地块,乃是塔里木-中朝古陆向南增生的区域。实际上也因处在古亚洲大陆与冈瓦纳大陆之间而造成其内部构造十分复杂。

二、诸山系发育的构造背景

阿尔泰山属西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块的相互作用地带,为萨颜-蒙古加里东晚期褶皱带和斋桑-北准噶尔华力西早期褶皱带间夹的晚元古-早古生代固结的阿尔泰陆壳地块。岩石组成反映其南侧发育有同期的岛弧和弧后盆地等。虽然对两大板块的性质及

相互作用关系都是充分肯定的,但两大板块之间洋盆演化最后闭合的位置及缝合带的走向目前还没有取得统一认识。由额尔齐斯向南有一系列的蛇绿岩带和深大断裂等构造。因此,有人建议将两大板块的缝合带确定在阿尔泰山南麓山前,称其为查尔斯克-科克塔克-乔夏哈拉缝合带(张良臣,1995);也有人建议将其向南推至达拉布特—卡拉美里,向西与斋桑缝合带相接,向东沿至蒙古南部佐伦山蛇绿岩带,再经内蒙古贺根山蛇绿岩带再向东延伸(肖序常等,1990,1992)。还有人建议该两大板块的最后缝合带应在北天山(黄汲清等,1990)。

西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块之间的古亚洲洋从元古代至三叠纪经历了四次产生与消亡过程,从而完成了西伯利亚古陆向南增生并与哈萨克斯坦板块的拼接,即元古代亚洲洋(Pt_3 — ϵ)最后封闭使阿尔泰山地块与西伯利亚古陆拼接,形成“西蒙古缝合带”;早古生代亚洲洋(O—S)在阿尔泰山南最后封闭,形成“东准噶尔缝合带”;泥盆纪亚洲洋(D)再向南移,形成“克拉麦里缝合带”和石炭纪亚洲洋(C)最后在北天山封闭,形成“北天山缝合带”。正如前述,该两大板块在古生代及其以前相互作用的应力场及构造线走向很难重现。现代板块(主要是印度大陆向北对欧亚大陆的碰撞)构造应力场则在有利部位强化了古板块构造的片段特征,同时也改造了其原来的面貌,包括其构造走向。根据典型蛇绿岩的分布特征,本文同意将两大板块最后拼接的缝合带放在达拉布特—卡拉美里一带。

天山属于华夏板块与哈萨克斯坦板块的相互作用地带。由于哈萨克斯坦板块是在早古生代末固结的,缺乏一个统一的前震旦纪结晶基底,而是由一些大小不等的具前震旦纪基底的陆块拼接而成的古板块(肖序常等,1992)。它在其形成之前,古陆块的拼接完成了漫长的构造演化过程,因而其内部构造较为复杂。之后,在与西伯利亚板块和华夏板块等的作用过程中,板内构造进一步复杂化。在天山地区,特别是西天山,对一些微型古板块(或地块)的归属问题还有不同意见(Zhang et al., 1984;张良臣,1995;肖序常,1992),如伊犁-伊塞克湖(中天山)微型板块(或地块),由于震旦系、寒武系和下奥陶统可与塔里木北缘的台型盖层进行对比,这可能就是当时的“新疆古克拉通(地台)”(Zhang et al., 1984),包括天山以北,如塔城、阿尔泰等许多地块。在早古生代晚期沿汗腾格里峰—哈尔克他乌山—巴仑台—库米什—线拉张,形成了南天山洋,其北面的哈萨克斯坦板块也大体上在这个时期的晚些时候(古生代末)形成(李春昱等,1982)。所以,有人认为将其划归哈萨克斯坦板块更为合理,但考虑到其于晚古生代早期又与塔里木古陆拼接,并且其北侧又于早石炭世中期拉张成北天山洋,使之与哈萨克斯坦板块分离,最后又于中石炭世随同塔里木地块一起向北拼接成古亚洲大陆,而被划归为伊犁-伊塞克湖板块(张良臣,1995)。以上所述表明天山乃是另外一个古板块之间相互作用的构造强烈活动地带,山体主要属哈萨克斯坦板块的古生代活动大陆边缘构造带及陆壳构造带,而南天山的一小部分,如柯坪塔格、库鲁克塔格等,则属于华夏板块的塔里木陆壳北缘构造带。

昆仑山、喀喇昆仑山和帕米尔高原主要位于特提斯洋构造演化地带,属华夏板块西部古陆向南增生区域。至于塔里木古陆南邻的构造单元目前还未得到统一认识。有人主张划归华南板块(李春昱等,1982;张良臣,1995),或华南古微板块(Zhang et al., 1984);也有人建议划出一个冈底斯-羌塘板块(或羌塘板块;黄汲清等,1990)。在特提斯洋构造演化地带也有各种划分方案,如划有昆仑板块或古微型板块,再向南还有藏北板块(喀喇昆仑山)等,但目前尚缺少更详细的资料。总之,对昆仑山的构造研究表明,从北向南,无论是东

段还是西段都可明显地划分为北、中、南三个带(姜春发等,1992;潘裕生,1992),并由深大断裂带(缝合带)分隔,每一个带都从时间、岩性组成和构造特征等方面与其它单元相互区别,并由北向南发展。因此有些学者称其为华夏板块(或塔里木板块)与印度(或冈瓦纳)板块之间的构造“互换域”(黄汲清,1990)。由于该地带内的构造线同现代构造应力场的构造线走向很接近,所以,所有构造都被强化,并对造山起了重要作用。

第二节 陆壳碰撞的造山作用及山体构造骨架

一、亚洲中部山地的地层褶皱变质与山地的抬升

两陆壳(或岛弧与大陆)碰撞首先引起陆壳缩短,陆壳增厚,发生造山作用、变质作用、岩浆作用和沉积作用以及板块内的拉张裂陷等。陆壳缩短是通过俯冲(或仰冲)引起碰撞、地层褶皱和水平走滑等过程实现,而陆壳增厚则主要通过造山作用等完成,其中,造山作用广义上讲与褶皱作用关系密切,但不是因果关系。造山作用和褶皱作用是两陆壳碰撞后释放巨大压力的两种不同形式。造山作用仅发生在仰冲板块一侧的陆壳上,其中两大陆壳碰撞的造山作用最强并最终导致海槽的闭合,陆块拼接,大陆增生。例如喜马拉雅型造山作用形成了世界屋脊。众多的事实证明,在板块之间具有汇聚分量的边界地区常发生造山作用,因此将汇聚型板块边界称为褶皱造山运动的策源地。现代板块的内陆造山作用乃是在古汇聚型板块边界地区,由现代汇聚型板块的巨大挤压应力作用产生。造山带的走向受古板块边界走向的影响,而造山作用强度则受现代板块挤压应力场的区域分布特征控制。显然,不是所有的古汇聚型板块边界都能再次产生造山作用,这里有更复杂的力学原理,不必细论,但古汇聚型板块边界的再次造山运动有其鲜明的特征。

区域地层褶皱及变质发生在汇聚型板块边界的活动型大陆边缘。阿尔泰山系的构造基底固结于前寒武纪(早元古代末中条运动,黄汲清等,1990),与准噶尔、北天山及哈萨克斯坦等构造块体有密切联系,其后在北准噶尔拉张形成洋盆,分离出阿尔泰地块。早古生代中晚期形成阿尔泰南的古活动型陆缘,发育岛弧与弧后盆地,于华力西期($3.60 \times 10^8 \sim 3.20 \times 10^8$ a B. P.)发生区域变质和褶皱作用,在晚石炭世或石炭纪末洋盆闭合,发生了哈萨克斯坦板块陆壳与西伯利亚板块陆壳的碰撞,完成了两大陆块的拼贴,从此阿尔泰山系进入碰撞后的发展阶段(肖序常等,1992)。

天山山系的构造基底较为复杂。构造意义上的中天山、北天山及其以北地区褶皱固结较早(早元古代末中条运动),而南天山及以南地带相对较晚(晚元古代末),其中库鲁克塔格一带可能为双重古老基底,但到震旦纪—寒武纪基本上为统一的地台,即所谓“新疆古克拉通”(或元古新疆板块)(任纪舜等,1980),包括元古塔里木板块、元古哈萨克斯坦准噶尔板块和羌塘板块。从此先后拉张发展了早古生代中天山洋($Z_3 - \epsilon$)和早古生代南天山洋($O - S$),分别形成北天山古生代活动大陆边缘构造带和南天山早-中古生代活动大陆边缘构造带。伊犁-伊塞克湖微板块于早古生代早期加里东运动初期完成了与哈萨克斯坦板块的拼接,使中天山洋闭合。在伊犁-伊塞克湖微板块的南侧,古南天山洋壳向北的强烈俯冲消减,在汗腾格里峰—科克苏河上游一带,大约发生在早志留世晚期,向东延于早泥盆世到中泥盆世,发生了强烈的变质作用和挤压剪切作用,古南天山洋成为残留海盆。大

约同一时期,阿尔泰以北的萨彦-蒙古洋也封闭,因此作为它们的中间地区处于强大的挤压状态。随着中间地带再次拉张,形成了石炭纪北天山洋(C_1-C_2)等洋盆,并于中石炭世末洋壳向南俯冲消减,最后古北天山和古南天山残留海盆几乎同时于晚石炭世—早二叠世早期封闭,陆壳碰撞后发生褶皱造山作用。

昆仑山、喀喇昆仑山及帕米尔高原主要分布在华夏板块活动大陆边缘构造带,在华南古板块和羌塘板块等的向北俯冲挤压下,由特提斯洋演变褶皱升起。特提斯洋发育在前寒武纪结晶基底之上。在元古代末由塔里木-中朝古陆拉张裂解,到寒武—奥陶纪形成原特提斯洋,分隔了最早时期的塔里木-中朝古陆和冈瓦纳古陆,以后由北向南多次拉张,分别形成古特提斯洋(石炭—二叠纪)和新特提斯洋(晚三叠世晚期至始新世),洋壳依次向北俯冲、褶皱、拼贴,完成古亚洲大陆向南的增生过程。晚第三纪全区进入板块内部活动阶段。

应该承认,现代山地的发育在构造演变方面与早期的褶皱造山作用有着密切的内在联系;但现代山地的抬升作用与古板块的碰撞拼贴并不直接相关。自碰撞形成褶皱山系之后,山地的抬升动力主要来自相邻洋壳板块上地块的迅速汇聚和最后碰撞,巨大的挤压力通过刚性地块传递到古汇聚板块边界,使断裂构造复活再生或变性,并造成山地抬升。亚洲中部山系自褶皱造山作用之后,有多次来自于由南向北的地块同古亚洲大陆南缘的碰撞,大多数影响到前陆盆地(大规模转化和沉降等)或山前拗陷(褶皱或收缩),但山地的反应不十分强烈。例如晚三叠世末期羌塘地块碰撞形成昆仑山,盆地早侏罗世粗碎屑沉积层同下伏层形成角度不整合。早白垩世初期拉萨地块碰撞形成藏北山系,造成早白垩世粗碎屑层与下伏层的角度不整合。但晚第三纪上新世印度大陆的碰撞不仅形成了喜马拉雅山系,而且强大的挤压应力通过上地壳刚性块体向北传递,使亚洲中部山系所在地区产生大规模的走滑和共轭剪切,导致旧有断裂系统复活,在盆地周缘和山地两侧再次发生冲断和逆掩,使山体抬升,但作用强度由南向北呈递减趋势。

地质记录表明,强烈的褶皱造山作用之后,山系主要受到断裂构造运动的影响,因此山系主体的抬升也主要表现为断块抬升。虽然亚洲中部山系各自褶皱升起的时代不同,如阿尔泰山在华力西早期形成褶皱山地;天山分别在华力西早期(南天山,中晚泥盆世)和华力西晚期(北天山,晚石炭—早二叠世)受到褶皱造山作用,最后于古生代末形成褶皱山地;昆仑山、帕米尔高原、喀喇昆仑山则分别于晚石炭世—早二叠世,晚二叠世—三叠世和早白垩世(喀喇昆仑山、克什米尔等)受到了褶皱造山作用,并先后形成褶皱山地。但它们的共同之处就是经过中生代和新生代早期漫长的构造演化之后,在印度大陆向亚洲大陆碰撞的强烈挤压作用下,应力通过刚性地壳向北传递使现代山地都明显地表现出断块抬升特征。这一点在盆地沉积深层,在山体层状地貌等方面都有确凿证据。

构造运动的规律表明,三叠纪初期之后亚洲中部地区处于相对稳定状态,特别是侏罗纪期间,这种稳定的地质环境使外动力地质作用有充足的时间将褶皱山地剥蚀夷平而成准平原化。各时期碎屑岩中斜长石和长石含量的比率变化也说明了区域构造的活动状况(图 1.2)(肖序常等,1992)。自三叠纪到晚第三纪该比率都较低,表明沉积碎屑中含较多的稳定成分。

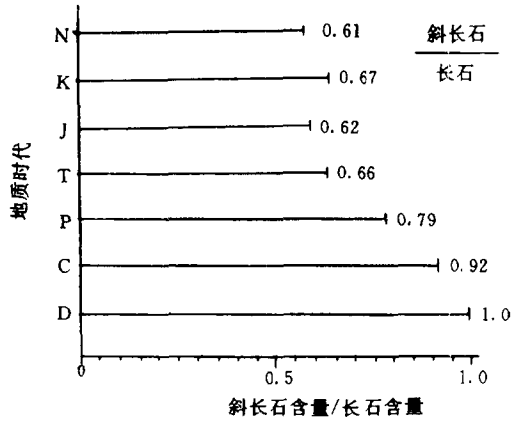


图 1.2 准噶尔盆地各地质时期碎屑岩中斜长石和长石含量比率变化(肖序常等,1992)
 从泥盆纪到三叠纪比率呈递减趋势,说明盆地超补偿沉积作用逐渐减弱,到晚三叠世末,在准噶尔盆地的个别地段甚至出现非补偿性沉积,以湖相细碎屑沉积和软泥沉积为主。图中D,C,P,T,J,K,N分别代表泥盆纪、石炭纪等地质年代

二、现代山体的构造骨架

近年来,在天山完成的综合物理勘探大剖面 and 阿尔泰—阿尔金断面研究,揭示了新疆区域地质构造深层骨架,进一步促进了对地表构造格局的认识。特别是对天山地区的构造骨架有了更清楚的显示(图 1.3)。喜马拉雅期以来,这些构成骨架的构造,主要是断裂构造对山体的抬升,并在形成阶梯型层状地貌过程中起了主导作用。天山山系主要受近东西向的构造控制,在南北两侧盆地边缘及山体中部都有大型逆冲断层(图 1.3),同时大规模的走滑和共轭剪切断裂也对山地地貌及构造演化产生了重要作用。

综合物探剖面显示,天山地区地壳存在多层叠覆结构,各个断面均反映壳内多个低阻层和低速层,如巴音布鲁克地表 15km 以下的低阻层,巴轮台 10km 下和 20~30km 下的两个低阻层(鲁新便等,1995),七角井至三道岭地表下 24~36km 处的低速层(袁学诚等,1994)以及在天山其它地区都普遍见到类似状况。这些具有特殊物理特性的结构层的存在,反映了天山地质演化的复杂过程。壳内低阻层和低速层可能形成于碰撞期或碰撞后的挤压过程。由于剪切流动形成的滑脱构造层,导致壳内不同构造层的褶皱、冲断和叠覆,使地壳增厚,山体抬升。另一方面,在中天山下,如那拉提山下的上地幔也存在物理特性的结构分层现象,特别是出现高阻层异常体,其延伸可达数百公里,反映了“山根”的存在。

深大断裂系统构成了现代山体的构造骨架。综合物探剖面显示,山体仍较完整地保留着古板块碰撞、挤压、冲断的体系格局。深大断裂集中成带分布,构成古地体的边界。而挤压断裂带多为古板块的缝合带。由于碰撞过程的强大挤压和后期挤压改造,产生地壳剧烈缩短,在天山中部(中天山)的断裂常常很陡,且向下延伸巨大;而向南北两侧断裂产状明显变缓,并一致向山体轴线方向倾斜,构成所谓的“莲花状”形态(图 1.3)(鲁新便等,

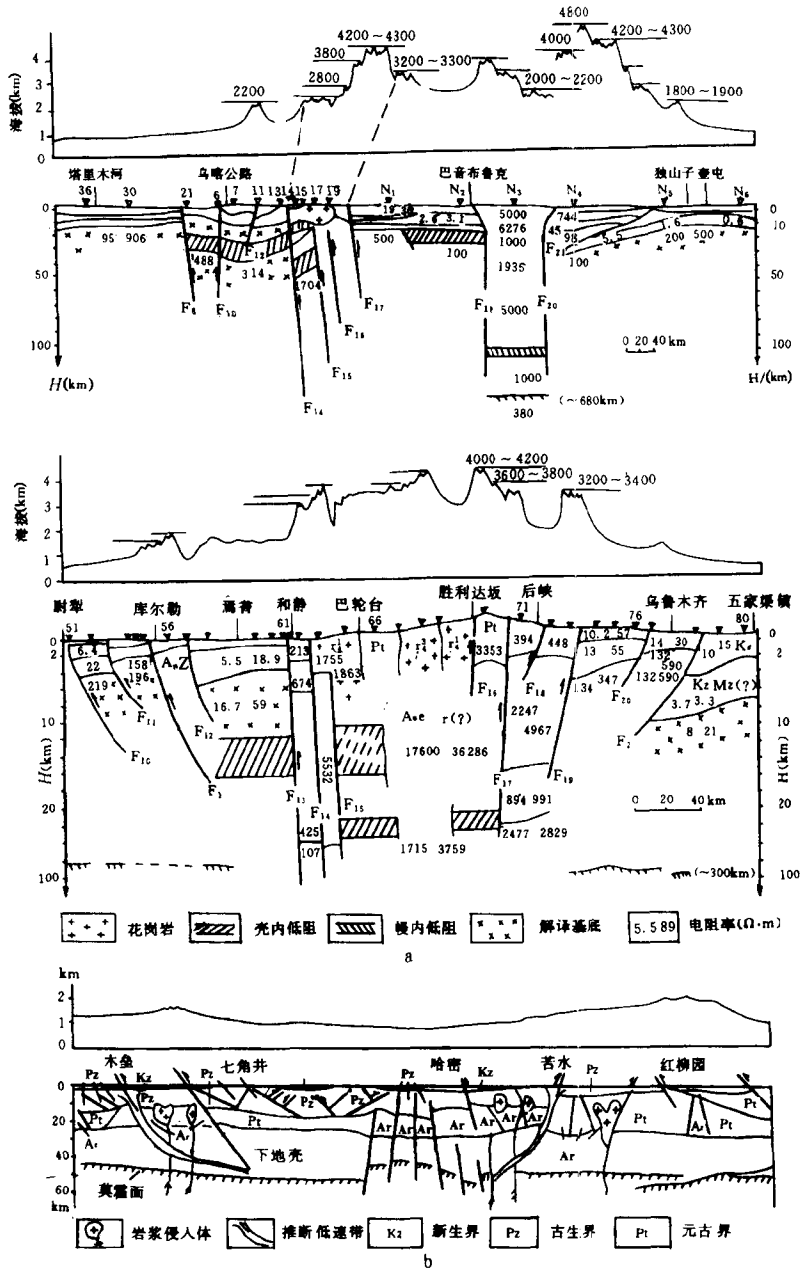


图 1.3 天山不同地段物探地质横剖面及地形剖面对比图

- a. 大地电测深反映的天山山体构造(鲁新便等, 1995)及与山体构造地貌的对比关系;
 b. 天山东段地球物理综合剖面反映的山体构造(袁学诚等, 1994)及与山体构造地貌的关系。图 a 和图 b 的重要区别是: 图 a 中显示天山中西段山地层状地貌边界与山体断裂构造吻合, 且山地层状地貌轮廓清晰, 但天山东段剖面(图 b)并无此特征, 说明山地层状地貌的形成与山体断裂体系的形成并无直接关系, 而与断裂构造后期(特别是新构造活动期)活动有关

1995)。深大断裂带不仅常为构造单元的界线,而在山地构造地貌上也多反映为梯级地貌的界线。深大断裂的活动是造成夷平面分解的主要原因。阿尔泰山因受哈萨克斯坦板块俯冲碰撞,构成山体构造骨架的深大断裂都向北倾,以逆掩、冲断等形式活动,形成逆掩断层、推覆体和叠瓦构造,产生推覆式掀升山地。因阿尔泰山大多数逆冲断裂构造都分布在地主脊南坡,控制了山体形态,使南坡相对较陡,而北坡较缓,同时也控制着夷平面的特征。昆仑山因阿尔金断裂走滑作用的影响,将山系主要构造分为东、西两段。西段以库地断裂为界,北侧断裂向南倾,使南侧地体向北推覆,造成山体北陡南缓;再向南,主要断裂构造均向北缓倾,形成叠瓦构造。东段则主要是一系列向北倾的断裂构造,形成叠瓦推覆体。需要说明的是,所有主构造线,特别是深大断裂,它们最近的活动形式、产状及其在现代山系中的作用,都或多或少地受到来自印度大陆碰撞的影响而发生了一定程度的变化,其中一部分古老的构造线可能完全改变了其原有的特征,因此,这部分改变了原有特征的构造线,并不代表其最初对山体发育所起的作用。

第三节 区域构造演化与夷平面形成演变的关系

长时间相对稳定的构造环境是形成夷平面的必要条件。亚洲大陆的形成经过了漫长的地质发展历史,在这一发展过程中,各古大陆的增生在一系列洋盆的形成与闭合和陆块拼接等构造作用下完成,同时山系也在陆壳碰撞过程中褶皱升起。虽然现代山系在分布范围,甚至在走向方面都可能与古山系有较大的区别(如阿尔泰山主要分布在早古生代陆壳板段之上,受到华力西中晚期的岩浆作用),但古板块边界构造活动带仍然是现代山系发育的有利构造部位。

亚洲中部古褶皱山系的发育时代大致为:阿尔泰陆壳地块在加里东晚期基本完成了与西伯利亚板块的拼接,形成了所谓的阿尔泰(山区)-萨彦岭褶皱带。伊犁地块也在稍晚些时候(或华力西初期)完成了与塔里木板块的拼合。华力西中期(C₁),哈萨克斯坦板块与西伯利亚板块拼合,随后又与塔里木板块拼合,使天山残留海(北天山残留海和南天山残留海)同时消失,使古天山山系褶皱升起。在南部,随着特提斯洋拉张位置南迁,塔里木板块也逐步向南增生。原特提斯于志留纪初封闭,北昆仑等褶皱升起;然后于晚三叠世晚期至早侏罗世初期古特提斯封闭,羌塘地块与古亚洲大陆南缘碰撞,形成南昆仑褶皱带;喀喇昆仑及羌塘等地块成为亚洲大陆南缘或大陆架;最后新特提斯持续发展到始新世,消失于印度大陆的强烈碰撞过程之中。

一、中生代—早第三纪的板内构造演化及山地准平原化

自华夏板块向北碰撞拼贴,在完成古亚洲大陆过程中产生强烈的造山作用之后,特提斯洋的构造作用一直很活跃,在古亚洲大陆南缘发生俯冲,产生岩浆作用,褶皱变质作用等,但在大陆内部则表现为块体升降。深大断裂的冲断、逆掩和推覆等继续导致地壳大规模缩短。各种不同规模的拗陷盆地于二叠纪开始相继发育。印支运动以来,晚三叠世中晚期古特提斯大洋封闭。一些大地块与古亚洲大陆碰撞,在青藏高原北部确实产生了重要影响。在大陆内部(或亚洲板块内部),古陆块(或地块)诸如伊犁、塔城、塔里木和准噶尔等形