



中华人民共和国地质矿产部
地 质 专 报
五 构造地质 地质力学
第 12 号

昆仑开合构造

姜春发 等著

地 质 出 版 社

P
230.6
141-1
12

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

五 构造地质 地质力学 第 12 号

昆 仑 开 合 构 造

姜春发 杨经绥 冯秉贵

朱志直 赵 民 柴耀楚

(中国地质科学院地质研究所)

施希德 王怀达

(青海省地质矿产局第一区域地质调查大队)

(新疆维吾尔自治区地质矿产局第一区域地质调查大队)

地 质 出 版 社

(京)新登字085号

内 容 简 介

本书以作者野外调查所取得的实际资料为基础,引进大量最新地质填图成果,运用岩石圈开合观点,首次对昆仑地质构造做出了系统总结。书中涉及地层、花岗岩、蛇绿岩和构造等诸多方面,不仅内容丰富,资料及数据也多属首次发表。全书以开合旋回为主线,探讨了昆仑岩石圈的开合演化及其与特提斯演化的关系,指出印支运动在演化史上具有划时代的意义。

作者提出“软基底及硬基底”、“地幔对流正反向循环”、有别于俯冲或仰冲的“对挤”、“准蛇绿岩”等一些具有重要理论意义的新概念。

本书对于从事板块构造、区域地质及区域成矿规律研究和教学的地质学家,提供了最新基础地质资料和富有启发性的新见解,对于在校的大学生和研究生也是一部重要参考书。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

五 构造地质 地质力学 第12号

昆 仑 开 合 构 造

姜春发 等著

*
责任编辑:周伟勤 伦志强
地质出版社出版发行
(北京和平里)
北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

*
开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 15 字数: 344000
1992年3月北京第一版·1992年3月北京第一次印刷
印数: 1—950册 定价: 9.95元
ISBN 7-116-00963-9/P·826

前 言

为承担地质矿产部青藏高原地质调查大队（以下简称青藏地调队）下达的昆仑山地质构造专题研究任务，由中国地质科学院地质研究所姜春发、朱志直、柴耀楚、冯秉贵、杨经绥、赵民、劳雄与青海省第一区域地质调查大队（以下简称青海第一区调队）及新疆第一区域地质调查大队（以下简称新疆第一区调队）合作组成第一分队（以下简称青藏地调一分队），从1980年开始，连续3年进行野外调查，然后进行室内整理及其它工作。

1980年，在东昆仑，沿青藏公路昆仑山段（格尔木至昆仑山口）公路两侧从事野外地质调查。参加野外合作的有：青海第一区调队郑健康，青海省第一地质大队（以下简称青海地质一队）施立新。同年，青海第一区调队四分队正在该区测制1:20万地质图（纳赤台幅），发现了重要不整合、化石等，取得了丰富的区域资料。该分队刘照祥、彭耀全带领我们看了一些关键地段，并在一起讨论了一些疑难问题。

1981年，在西昆仑进行野外调查，穿越了帕米尔和西昆仑，并沿路观察了喀喇昆仑和冈底斯等地质构造。参加野外合作的有：新疆第一区调队胡金庆、梁云海。在帕米尔一带工作时，新疆地质局第二地质大队（以下简称新疆地质二队）张显刚、汪玉珍、屠运苗先后专程进山带领我们观察一些关键地段，并讨论了一些疑难问题。

1982年，在东昆仑阿尼玛卿山（积石山）一带进行野外调查。参加野外合作的有：青海第一区调队王怀达、谭正义。同年，在该区测制1:20万地质图的青海省第二区域地质调查大队（以下简称青海第二区调队）一分队参与短期合作，一起测制了阿尼玛卿山主峰（玛积雪山）西坡的蛇绿混杂剖面，并多次交流了情况和交换了地层方面的资料。同年，在阿尼玛卿山东端测制1:20万地质图的青海第二区调队二分队朱兴芳等带领姜春发等三人浏览了玛沁向南的一条剖面。

1983年以来，转入室内整理，除地质所的人员参加外^①，尚有：青海第一区调队施希德、王怀达及新疆第一区调队胡金庆。

本专著为科研与生产相结合的成果，除与有关区调队交换使用各自尚未公开的资料外，生产单位执笔写了有关章节。其中，前言、第一章由姜春发执笔。第二章中，东昆仑地层由施希德、王怀达执笔；西昆仑地层由胡金庆执笔；邻区有关地层由胡金庆、姜春发执笔。第三章由冯秉贵、柴耀楚执笔，其中成因一节，由地质科学院地质所张德全执笔。第四章由杨经绥执笔，柴耀楚协助整理资料。第五章中，东昆仑由朱志直执笔；西昆仑由赵民执笔。第六章、第七章、第八章以及结语由姜春发执笔。全稿由姜春发删改、增补和统串。所需图版，由朱志直整理。

本专著是在1980年以来最新资料基础上，试图用槽台说与板块说相结合的观点，特别是地壳开与合的观点，所作的初步总结，因而与前人发表的资料和认识相比，多有新意，某些方面较大的进展。

^① 劳雄运用地质力学观点单独总结，因此未能参加本专著编写工作。

在野外工作期间，除得到青海第一区调队、青海第二区调队、青海地质一队、新疆第一区调队、新疆地质二队的大力支持外，也曾得到当地驻军和党政机关的支持。在室内整理期间，曾得到黄汲清、任纪舜在大地构造，李春昱在板块构造，肖序常、白文吉在蛇绿岩，张德全、孙桂英在花岗岩类，林宝玉在古生物地层等方面的指导。作者在与王作勋多次讨论问题中得到启发。这些指导和帮助，均使作者受益匪浅，在此一并致谢！

目 录

第一章 概论	1
一、基本观点	1
(一) 槽台说与板块说的关系	1
(二) 构造运动观	1
(三) 洋壳消减方式	2
(四) 开合旋回及其序列	2
(五) 开合的动力学机制	3
(六) 地壳演化的点、线、面模式	3
二、新进展	4
(一) 地层方面	4
(二) 岩浆岩方面	8
(三) 变形方面	9
(四) 划分出昆仑两种类型基底及三个开合演化阶段	10
第二章 主要地层层序	11
一、东昆仑主要地层层序	11
(一) 前寒武系	11
(二) 下古生界	15
(三) 上古生界	16
(四) 中生界及新生界	25
二、西昆仑主要地层层序	31
(一) 前寒武系	31
(二) 下古生界	34
(三) 上古生界	37
(四) 中生界及新生界	44
三、邻区有关地层与构造	48
(一) 喀喇昆仑	48
(二) 帕米尔	52
(三) 塔里木南缘	55
(四) 巴颜喀拉	56
(五) 西秦岭	57
第三章 昆仑花岗岩类的主要特征	58
一、东昆仑花岗岩类	59
(一) 岩石学特征	59
(二) 岩石化学和地球化学特征	65
二、西昆仑花岗岩类	79
(一) 岩石学特征	79

(二) 岩石化学和地球化学特征	81
三、帕米尔地区花岗岩类	85
(一) 燕山期岩体	86
(二) 喜马拉雅期或时代有疑问的岩体	88
四、东、西昆仑花岗岩类的对比	89
五、不同类型基底的花岗岩类对比	92
(一) 东昆仑北、南两区花岗岩类化学成分对比	92
(二) 西昆仑北、南两区花岗岩类化学成分对比	95
六、昆仑与国内其他地区花岗岩类的对比	96
七、昆仑花岗岩成因初探	97
第四章 昆仑蛇绿岩带的划分及其主要特征	101
一、西昆北蛇绿岩带	101
(一) 西昆北蛇绿岩带的地质特征	101
(二) 西昆北蛇绿岩带的岩石学特征	103
(三) 岩石化学和地球化学特征	107
(四) 西昆北蛇绿岩带形成时代和温压条件的讨论	124
二、东昆南蛇绿岩带	125
(一) 蛇绿岩带的地质特征	126
(二) 蛇绿岩带的岩石学特征	129
(三) 喷出岩的地球化学特征	135
(四) 东昆南蛇绿岩的时代	141
(五) 几点认识	142
三、东昆中蛇绿岩带	142
四、万宝沟群基性熔岩特征	143
(一) 火山岩的岩石学特征	143
(二) 岩石地球化学特征	145
五、硅质岩	151
(一) 放射虫	151
(二) 化学成分	152
第五章 构造单元划分	154
一、东昆仑构造单元划分	154
(一) 东昆仑北带	154
(二) 东昆仑中带	156
(三) 东昆仑南带	157
二、西昆仑构造单元划分	161
(一) 西昆仑北带	162
(二) 西昆仑中带	164
(三) 西昆仑南带	165
第六章 离合带及主要断裂	169
一、离合带	169
(一) 东昆南离合带	169

(二) 西昆北离合带	175
二、扩张带	175
(一) 祁漫塔格扩张带	175
(二) 万宝沟扩张带	176
三、主要走向断裂	176
(一) 东昆中断裂	176
(二) 西昆中断裂	177
(三) 西昆南断裂	178
四、主要横向滑动断裂	179
(一) 阿龙断裂及阿尔金断裂	179
(二) 塔什库尔干断裂	180
(三) 瓦洪山断裂	181
第七章 构造运动与开合旋回	183
一、构造运动与开合旋回的划分	183
(一) 构造运动的划分	183
(二) 开合旋回的划分	184
二、加里东运动及其开合旋回	185
三、华力西运动及其开合旋回	188
四、印支运动及其开合旋回	190
五、陆内演化阶段的构造运动	192
(一) 推覆构造	192
(二) 走滑构造	195
(三) 大规模抬升与沉陷	199
六、横跨昆仑构造剖面展示的构造形态	199
第八章 昆仑开合演化史	205
一、演化阶段的划分	205
二、基底形成阶段	205
(一) 昆仑两种类型基底的形成	205
(二) 两种类型基底的特征	209
三、洋陆转化阶段	209
(一) 早期开合旋回	209
(二) 中期开合旋回	212
(三) 晚期开合旋回	214
(四) 昆仑槽台转化的基本特征	216
四、陆内演化阶段	217
参考文献	218
外文摘要	223

Contents

Chapter I Introduction	1
I. 1 Basic Viewpoints	1
I. 1. 1 Relationship of Geosyncline Theory to Plate Tectonics.....	1
I. 1. 2 Concept of Tectonic Movements.....	1
I. 1. 3 Consuming Processes of Oceanic Crusts.....	2
I. 1. 4 Opening-Closing [Cycles and Relative Series].....	2
I. 1. 5 Dynamics of Opening-Closing Tectonics.....	3
I. 1. 6 Crustal Evolution—A Point-Line-Plane Model.....	3
I. 2 New Developments	4
I. 2. 1 Stratigraphy	4
I. 2. 2 Magmatic Rocks.....	8
I. 2. 3 Structural Deformation.....	9
I. 2. 4 Division of Two Types of Basements and Three Opening-Closing Evolution Stages in the Kunlun Mountains	10
Chapter II Main Stratigraphic Sequences	11
II. 1 East Kunlun.....	11
II. 1. 1 Precambrian	11
II. 1. 2 Lower Paleozoic	15
II. 1. 3 Upper Paleozoic	16
II. 1. 4 Mesozoic and Cenozoic.....	25
II. 2 West Kunlun	31
II. 2. 1 Precambrian	31
II. 2. 2 Lower Paleozoic.....	34
II. 2. 3 Upper Paleozoic	37
II. 2. 4 Mesozoic and Cenozoic.....	44
II. 3 Relative Stratigraphy and Tectonics in the Neighbouring Areas of the Kunlun.....	48
II. 3. 1 The Karakorum.....	48
II. 3. 2 The Pamir.....	52
II. 3. 3 Southern Tarim Margins	55
II. 3. 4 The Bayan Har	56
II. 3. 5 The West Qinling.....	57
Chapter III Granitoids in the Kunlun	58
III. 1 Granitoids in the East Kunlun.....	59
III. 1. 1 Petrology	59
III. 1. 2 Petrochemistry and Geochemistry.....	65

III. 2	Granitoids in the West Kunlun.....	79
III. 2. 1	Petrology	79
III. 2. 2	Petrochemistry and Geochemistry.....	81
III. 3	Granitoids in the Pamir.....	85
III. 3. 1	Yanshanian Granites	86
III. 3. 2	Himalayan Granites or Uncertain Granites.....	88
III. 4	Correlation between Granitoids of the East and of the West Kunlun	89
III. 5	Correlation between Granitoids in the Different Type Basements	92
III. 5. 1	Correlation in Chemical Constituents between the Northern and the Southern Granite Belts in the East Kunlun.....	92
III. 5. 2	Correlation in Chemical Constituents between the Northern and the Southern Granite Belts in the West Kunlun.....	95
III. 6	Correlation between the Kunlun Granitoids and the Chinese Other Granitoids.....	96
III. 7	Discussion on Geneses of the Kunlun Granitoids.....	97
Chapter IV Division of the Kunlun Ophiolite Belts and their Main Characteristics.....		101
IV. 1	Northern Ophiolite Belt in the West Kunlun.....	101
IV. 1. 1	Geological Features.....	101
IV. 1. 2	Petrological Features.....	103
IV. 1. 3	Petrochemical and Geochemical Features.....	107
IV. 1. 4	Discussion on the Formation Age and the Temperature-Pressure Conditions of the Ophiolite Belt.....	124
IV. 2	Southern Ophiolite Belt in the East Kunlun.....	125
IV. 2. 1	Geological Features.....	126
IV. 2. 2	Petrological Features.....	129
IV. 2. 3	Geochemical Features of Extrusive Rocks.....	135
IV. 2. 4	Ages of the Ophiolites.....	141
IV. 2. 5	Some Conclusions.....	142
IV. 3	Central Ophiolite Belt in the East Kunlun.....	142
IV. 4	Characteristics of Basic Lava in the Wanbaogou Group.....	143
IV. 4. 1	Petrological Features.....	143
IV. 4. 2	Geochemical Features.....	145
IV. 5	Siliceous Rocks	151
IV. 5. 1	Radiolarias.....	151
IV. 5. 2	Chemical Constituents.....	152
Chapter V Division of Tectonic Units.....		154
V. 1	Division of Tectonic Units of the East Kunlun.....	154
V. 1. 1	Northern Belt of the East Kunlun.....	154

V. 1. 2	Central Belt of the East Kunlun	156
V. 1. 3	Southern Belt of the East Kunlun.....	157
V. 2	Division of Tectonic Units of the West Kunlun.....	161
V. 2. 1	Northern Belt of the West Kunlun	162
V. 2. 2	Central Belt of the West Kunlun.....	164
V. 2. 3	Southern Belt of the West Kunlun.....	165
Chapter VI	Diverging-Converging Belts and Major Faults	169
VI. 1	Diverging-Converging Belts.....	169
VI. 1. 1	Southern Diverging-Converging Belt of the East Kunlun.....	169
VI. 1. 2	Northern Diverging-Converging Belt of the West Kunlun.....	175
VI. 2	Spreading Belts	175
VI. 2. 1	Qimantagh Spreading Belt	175
VI. 2. 2	Wanbaogou Spreading Belt.....	176
VI. 3	Major Strike Faults.....	176
VI. 3. 1	Central Fault of the East Kunlun.....	176
VI. 3. 2	Central Fault of the West Kunlun.....	177
VI. 3. 3	Southern Fault of the West Kunlun.....	178
VI. 4	Major Transcurrent-Slip Faults.....	179
VI. 4. 1	Alung Fault and Altun Fault.....	179
VI. 4. 2	Tashkurgan Fault	180
VI. 4. 3	Wahongshan Fault.....	181
Chapter VII	Tectonic Movements and Opening-Closing Cycles	183
VII. 1	Division of Tectonic Movements and Opening-Closing Cycles.....	183
VII. 1. 1	Division of Tectonic Movements.....	183
VII. 1. 2	Division of Opening-Closing Cycles.....	184
VII. 2	Caledonian Movement and its Opening-Closing Cycle.....	185
VII. 3	Variscan Movement and its Opening-Closing Cycle.....	188
VII. 4	Indosinian Movement and its Opening-Closing Cycle.....	190
VII. 5	Tectonic Movements in the Stage of Intracontinental Evolution	192
VII. 5. 1	Nappe Structures.....	192
VII. 5. 2	Strike-Slip Structures.....	195
VII. 5. 3	Large-Scale Uplift and Subsidence.....	199
VII. 6	Tectonic Style of the Kunlun Mountains Showed by the Transection	199
Chapter VIII	Opening-Closing Evolution of the Kunlun Mountains.....	205
VIII. 1	Division of Evolutional Stages.....	205
VIII. 2	Formation Stage of Basements.....	205
VIII. 2. 1	Formation of Two-Type Basements of the Kunlun Mountains.....	205
VIII. 2. 2	Features of Two-Type Basements.....	209
VIII. 3	Transformational Stage between the Ocean and the	

Continent.....	209
VII. 3. 1 Early Opening-Closing Cycle.....	209
VII. 3. 2 Middle Opening-Closing Cycle.....	212
VII. 3. 3 Late Opening-Closing Cycle.....	214
VII. 3. 4 Main Characteristics of Transformation between the Geosyncline and the Platform in the Kunlun Mountains.....	216
VII. 4 Stage of Intracontinental Evolution.....	217
References.....	218
Abstract in English.....	223

第一章 概 论

一、基本观点

在阐述昆仑山开合构造具体内容之前，先说明我们的基本观点，将有助于理解本专著的内容。

（一）槽台说与板块说的关系

槽台说与板块说是地质学不同发展阶段的标志，两者间具有一定的联系，又有一定的区别。

1. 槽台说的原始概念含有板块说的基因

1859年，霍尔(Hall)提出地壳深拗陷的概念。他认为深拗陷“是地壳受沉积物的重力作用下沉的结果”(转引自 Хаин等, 1960)。无疑，他强调了垂直运动。1873年，丹纳(Dana)将霍尔所提的深拗陷称作地槽。然而，他认为：“地槽位于大陆与大洋的交界处挤压应力最大的地带，岩层的褶皱和山脉的形成是进一步挤压的结果”(Хаин等, 1960; Aubouian, 1965)。他基于收缩说用侧向压力来解释地槽的形成和岩层的褶皱，可见强调了水平运动。丹纳不仅指出，大陆与大洋交界处是地槽产出的位置，而且指出该处挤压应力最大，并进一步指明洋陆挤压使地槽变形、岩层褶皱以及山脉形成。这与板块说的认识，多有相似之处，可见槽台说的原始概念含有板块说的基因。

2. 板块说的某些概念来自槽台说

板块说提到的某些概念，在板块说问世前就已提出来，如1912年，魏格纳(Wegner)提出了大陆漂移说(转引自黄汲清, 1954)；1919年，格林利(Greenly)提出混杂堆积的概念；1927年，史泰因曼(Steinmann)提出“三位一体”蛇绿岩的概念(转引自 Coleman, 1977)。黄汲清(1954; Huang, 1945)强调冈瓦纳大陆对欧亚大陆的下插作用而形成宏伟的喜马拉雅弧形造山带等等，都是在板块学说问世之前，而这些概念又都与板块说紧密相关。

仅从上列少数历史事实即可看出，槽台说在不同时期提出的彼此联系较少的一些概念，板块说则予以吸收、消化、使之相互紧密联系而成为本身的重要组成部分。槽台说为板块说研究大陆准备了基础资料；板块说为槽台说的进一步发展提供了动力学依据。槽台说依据现在大陆探讨过去的海洋，板块说依据现今的海洋探讨过去的大陆。槽台说与板块说具有血缘关系而无根本分歧，两者结合，各取所长，这将有利于全面认识大洋与大陆的演化(姜春发, 1984)。开合构造的观点可能是两者结合的方向。

（二）构造运动观

对构造运动有如下几点看法：

1. 地壳演化的动力

构造运动是地壳^①演化的动力，是五大地质作用的起因，五大地质作用是构造运动的不同表现形式。这五大地质作用是：沉积作用、岩浆作用、变质作用、变形作用和成矿作用。

2. 扩张运动与压缩运动

收缩、挤压使地壳缩短、褶皱、加厚、拼合，这是构造运动的一种显示；扩张、分裂使地壳伸长、沉陷、减薄、裂开，这是构造运动的另一种显示。任纪舜(任纪舜等,1980)明确指出，两者同是构造运动的显示，两者具有同等重要的地位。马杏垣(1982,1983)、黄汲清(1983;黄汲清等,1983)也指出此点。根据力学性质，我们称前者为压缩运动，后者为扩张运动。罗志立(1984)称之为地裂运动。扩张运动与压缩运动的交替出现，构成一个构造旋回，我们称之为开合旋回。交替的扩张运动与压缩运动，黄汲清在六十年代形象地称之为手风琴式运动。1983年他著文重申手风琴式运动的重要意义。陈哲夫等(1983)研究北山构造时，也提出了手风琴式的发展过程。可以说手风琴式运动是地壳演化的动力。至于为何产生手风琴式运动正象为何产生地幔对流的问题一样是更深的理论问题。

3. 垂直运动与水平运动

垂直运动与水平运动是对立统一相互转化的，哪个占主导地位需做具体分析^②。

4. 构造运动的多旋回性

构造运动是多旋回的。多旋回构造运动，按空间位置变化与否可分两种：原地叠加和异地再现。前者系指多旋回构造运动大体在同一位置重复出现，多期叠加，后一期构造运动加强或改造前一期构造运动的遗迹(叠加变形)；后者系指多旋回构造运动随时间而改变空间位置(构造迁移)。

5. 构造运动的迁移性

构造运动不是孤立的，前一运动与后一运动之间既有联系又有区别。构造运动像“运动流”，称为构造迁移。具体地说，构造迁移系指在地壳演化的一定阶段和一定区域，构造运动表现为沿一定方向先后依次有规律的位移。因构造迁移，必然显示构造运动轨迹，根据运动轨迹可追溯构造运动的历程，估计运动的趋势和发掘运动的规律。

(三) 洋壳消减方式

洋壳闭合方式，已有洋壳对陆壳的俯冲与仰冲之说，笔者认为还有另一种方式——对挤。在陆壳扩张成洋壳，成为扩张带时，扩张脊比其两侧洋壳和陆壳的强度较弱，易于破损；当由扩张转为压缩时，首先在易于破损的扩张脊产生反应，这时洋壳对洋壳首先发生俯冲或仰冲，造成洋壳叠瓦，洋壳大大消减；当洋壳消减到一定程度，两侧陆壳已接近，再继续靠拢，部分洋壳则被挤出地表，两大陆板块相碰撞，洋壳闭合，此过程笔者称为对挤。对挤可能不产生大量的重熔火山岩浆。

(四) 开合旋回及其序列

地壳是在不断分裂，又在不断拼合过程中向前演化。开，是由张力引起的扩张过程，表现为地幔上隆，地球膨胀，陆壳伸长、裂开，洋壳增生；合，是由压力引起的压缩过程，表现为地幔下坳，地球收缩，陆壳缩短、拼合，洋壳消减，而陆壳增生。由陆壳裂开

① 本文所称的地壳，意指岩石圈，取其硬壳的原意。

② 姜春发，地壳的垂直运动与水平运动，《地质报》，1981年2月13日。

成洋壳再拼合成陆壳，或者由地台裂陷成裂谷或地槽再转化为褶皱带或地台的过程，构成一个构造旋回，称为开合旋回。尽管“威尔逊旋回”已被公认，但它标志着陆壳分裂经大西洋阶段和太平洋阶段，再拼合成陆壳的完整过程。然而陆壳不一定都能分裂成大洋盆，有时分裂成小洋盆甚或仅出现冒地槽或裂谷，此时再称威尔逊旋回似与原意不符。因此提出开合旋回一词，以包括尚未达到大洋程度的分裂与拼合。

开合旋回分两期：扩张期与压缩期。前者是由陆壳向洋壳或由地台向裂谷、地槽方向演化的过程；后者是由洋壳向陆壳或由地槽向褶皱带方向演化的过程。两期的转折点，是以扩张达到最大限度为标志，扩张的最高产物则是大洋，故常以洋壳作为转折的标志。扩张与压缩是由各种地质作用的序列反映出来，如沉积序列、岩浆序列、变质序列、变形序列和成矿序列，总称开合序列。扩张序列主要表现为：由陆相到浅海相，再到深海相，进而到洋壳；由碱性到钙碱性，进而到拉斑系列的岩浆活动；由大陆坳陷沉积到地台型沉积，再到冒地槽型沉积，进而到优地槽型沉积；或由断陷沉积到裂谷，再到地槽型沉积等。压缩序列，恰与扩张序列相反，故不赘述。无论扩张序列或压缩序列，都有渐进与跃进序列之分。渐进者，序列完整；跃进者，序列不完整，常缺失某些层位或某些岩性。此外，在一些序列中尚有短期倒退现象，即暂时出现倒退序列，或前进与倒退交替出现。开合旋回较好的实例是西昆仑地槽褶皱系北带。

所谓开合构造，就是研究开合序列及开合旋回，研究开与合的关系及其所形成的构造，探讨开与合的动力学机制，用开合观点探讨地壳演化。

(五) 开合的动力学机制

对于推动板块的动力，虽有不同认识，而地幔对流说却为更多学者所接受。对流推动板块离开洋脊向大陆运移，而于海沟处向下俯冲，即由地壳扩张向压缩方向对流。实质是，地幔对流导致地壳扩张、运移、压缩。一个地区的扩张往往伴随另一地区的压缩，板块两侧的扩张与压缩是一个对流环的两种表现形式。当一个地区扩张，陆壳分裂成洋壳过程，其下的对流必然是向两侧的，即向外的；当该地区由扩张转为压缩，洋壳拼合成陆壳过程，其下的对流必然是由两侧向中间即向内的，也就是说，对流方向与原来扩张时的相反。从一个地区来看，由扩张转为压缩，其下的对流必然改变方向。如果将外向对流称为正向循环，那么将内向对流可称做反向循环。换句话说，地幔对流正反向的交替导致一个地区由扩张转为压缩，即构成一次开合旋回。所以开合构造的动力系来自于地幔对流正反向的交替。

(六) 地壳演化的点、线、面模式

无论陆壳分裂成洋壳，或是洋壳拼合成陆壳，首先都是由一点或两点开始。也就是说，分裂或压缩都有一处或两处发源地。然后由点逐步演化成线，再进而由线演化到面。以分裂为例，往往都是从三叉裂谷开始，三联点是它的发源地。当进一步扩张，由三联点向两端产生走向迁移，裂谷逐步延长；由于侧向迁移，裂谷向两侧扩展，最终形成宏大的裂谷系。可见分裂是由点开始，然后伸展到线，进而扩展到面，也就是由点到线再到面的过程。从压缩来看，也是如此，两板块首先由一点或两点开始俯冲、碰撞或挤压，地槽首先由一点或两点开始褶皱或隆起；然后两板块呈剪刀状闭合，沿地槽走向先后依次有规律地产生褶皱或隆起，这是走向迁移的过程，也就是由点到线的过程；一个地槽带褶皱后与相邻大陆拼合，其外侧成为新的大陆边缘，形成新的地槽带，新的地槽带，又发生新的走

向迁移, 又形成新的褶皱带, 又与大陆拼合到一起, 如此重复, 直至洋壳闭合、地槽最终结束, 这是侧向迁移的过程, 也就是由线到面的过程。

不难看出, 呈剪刀状的分裂或闭合, 都由一点或两点开始, 然后走向迁移, 进而再侧向迁移。走向迁移的过程就是由点到线的过程, 侧向迁移的过程就是由线到面的过程。这象电视扫描一样, 由一点到一线, 由一线到一片, 最后出现一个完整的画面。换言之, 地壳是在由点到线, 由线到面的分与合的转化过程中向前演化。地壳点一线一面开与合的演化模式, 可能是地壳演化的基本模式。

二、新 进 展

解放前, 有极少数中外地质学家随探险队在昆仑山作过路线地质调查, 获得一些零散资料。新中国成立后, 随着国民经济的发展陆续展开地质调查工作, 先是少量路线地质调查和矿产普查, 后是大面积地质填图和专题研究, 积累了大量资料。

1980年以来, 大规模开展青藏高原地质调查研究和昆仑及其邻区地质填图工作, 取得了大量新资料, 大大提高了区域地质研究程度, 丰富了板块构造的内容, 为研究昆仑造山带的形成和演化奠定了基础。其主要进展分述于后。

(一) 地层方面

1. 东昆仑原纳赤台群解体

纳赤台群, 出露于东昆仑的纳赤台一带(图1-1)。原纳赤台群, 前人^①(青海省地层表编写小组, 以下简称青海地层表, 1980; 李光岑等, 1982)划为下古生界, 有晚奥陶世化石为依据。依据青海第一区调队刘照祥、彭耀全等最新填图资料及我们路线地质调查资料, 原纳赤台群解体为如下地层(图1-2):

万宝沟群: 依据叠层石和800—1000Ma同位素年龄资料划为蓟县纪—青白口纪。主要岩性为碎屑岩、白云质结晶灰岩及基性火山岩, 厚度大于6000m。万宝沟群的沉积型相, 有别于东昆仑已知的前寒武系(如金水口群、冰沟群等), 姜春发称前者为昆南型, 后者为昆北型(见下文)。

纳赤台群: 厘定后的纳赤台群划为上奥陶统(有晚奥陶世珊瑚化石为依据), 考虑到上下关系, 其中可能包括下一中奥陶统和下一中志留统。主要岩性为砂板岩夹灰岩, 厚度大于2200m。

小南川群(为叙述方便, 我们暂如此称之): 为石炭系—下二叠统, 依据孢粉划出。主要为砂板岩、千枚岩夹火山岩、炭质板岩, 厚度近万米。

下二叠统: 依据筴科化石划出, 主要为灰白色灰岩、角砾状灰岩夹绿色砂岩、千枚岩, 厚大于600m(图1-2上合并为CP₁)。

下、中三叠统: 依据菊石等划分出。主要为砂板岩夹灰岩, 厚度大于5500m。青藏公路以西为地台型, 不整合于万宝沟群之上; 公路以东为地槽型, 不整合于下二叠统及小南川群之上。

上白垩统(?): 依据瓣鳃化石确定。主要为海相灰岩及砂砾岩, 厚度大于1000m(因时

^① 中国地质科学院地质研究所, 1976, 格拉路线地质简报。

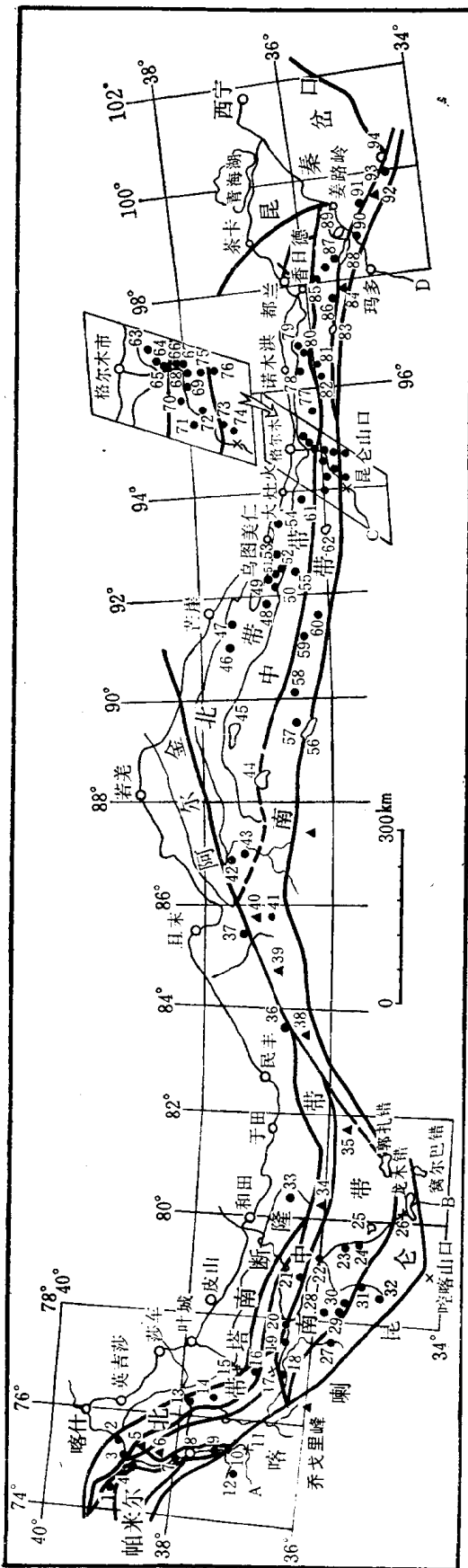


图 1-1 昆仓及邻区交通位置图

A—中巴公路；B—新藏公路；C—青藏公路；D—倒玉公路（倒淌河—玉树）；1—木吉；2—乌依塔克；3—盖孜；4—布伦口；5—公格尔峰；6—慕士塔格；7—塔合曼；8—塔什库勒干；9—达布达；10—卡拉其古；11—红其拉甫达坂；12—明铁盖；13—玛列兹肯；14—柯岗；15—阿卡孜达坂；16—库地；17—赛力亚克达坂；18—麻扎；19—黑黑孜；20—赛图拉；21—康西瓦；22—大红柳滩；23—泉水沟；24—甜水海；25—阿克赛钦湖；26—界山达坂；27—卡帕浪沟；28—马林克下；29—天神达坂；30—乔尔天山；31—克什尔村；32—河尾滩；33—铁克里克；34—慕士山；35—阿什库勒；36—库牙克；37—阿羌；38—乌孜塔格；39—阿克塔格；40—托库孜达坂；41—布拉克巴什；42—吐拉；43—克孜萨依；44—阿其克库勒湖；45—阿雅克库勒湖；46—孔布拉克；47—哈尔扎；48—狼牙山；49—四角羊沟；50—巴可塔；51—纳苏苏；52—铁石达斯；53—那穆格勒；54—契盖苏；55—布伦台；56—鲸鱼湖；57—阿尔塔山；58—喀尔瓦山；59—哈勒赛湖；60—贝勒克勒湖；61—小灶火；62—昆仓湖；63—道班沟；64—锯齿山；65—大干沟；66—石灰厂；67—水泥厂；68—昆仓桥；69—纳赤台；70—万宝沟；71—温泉沟；72—小南川；73—西大滩；74—煤矿沟；75—南沟；76—东大滩；77—五龙沟；78—金水口；79—丘吉东沟；80—次沟；81—捎斯兰赶龙及浩特洛哇；82—八宝山、草木策及可鲁波；83—阿拉克湖；84—布青山；85—塔妥及清水泉；86—洪水川；87—阿仓坚沟；88—托素湖；89—普海；90—花石峡；91—下大武；92—玛积雪山；93—东顿沟；94—玛沁