

祁连山大地构造与造山作用

冯益民 何世平 著



地质出版社

祁连山大地构造与造山作用

冯益民 何世平 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是“八五”国家科技攻关项目研究成果之一,是对祁连造山带大地构造基本特征和造山作用过程进行系统论述的一部专著。作者综合运用构造地质学、构造地层学、变质岩石学、构造地球化学、同位素地质学及沉积学领域内先进的理论和方法对祁连造山带大地构造环境进行了综合分析判别;在此基础上对祁连山及其邻区大地构造单元进行了新的划分,建立了盆地演化和造山作用过程模式。在对大量地质记录,诸如蛇绿岩、俯冲杂岩、碎屑岩、磨拉石、外来移置体等剖析的基础上,对祁连造山带大地构造演化提出了新的见解,认为祁连山自晋宁期以来曾经历了两种构造体制(大陆裂谷体制和板块构造体制)和三种不同类型的造山作用(俯冲造山、碰撞造山和陆内造山),才形成今日的祁连造山带。祁连造山带实际上是一个“俯冲-碰撞-陆内”复合型造山带。在造山带构造演化史中,盆地类型和造山作用类型的转变概因大陆动力学条件发生改变所致;而大陆动力学状态又主要受控于地幔柱构造(mantle plume tectonics)。本书还论述了祁连造山带早古生代海相火山岩生成的地质构造背景和区域大地构造对铜多金属矿产时空分布的制约关系,认为成矿作用与拉张的构造背景关系密切。

本书是祁连造山带大地构造与造山作用过程研究的最新成果,可供大地构造、区域地质、蛇绿岩、大地构造与成矿作用等专业技术人员及大专院校地质专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

祁连山大地构造与造山作用/冯益民,何世平著. -北京:地质出版社,1996.9
ISBN 7-116-02256-2

I. 祁… II. ①冯…②何… III. ①大地构造学-祁连山②造山运动-祁连山 IV. P548.245

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第15853号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:赵俊磊 周丽展

*

北京地质印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9 插页:2 字数:207千字

1996年9月北京第一版·1996年9月北京第一次印刷

印数:1—300册 定价:18.00元

ISBN 7-116-02256-2

P·1696

序

祁连山是研究大陆山链构造演化的典范地带。它具有完整组合和序列的蛇绿岩,延伸长、远的高压变质带以及复杂、不同期次的变形构造;它又是当前地学热点——青藏高原隆升效应的重要剖析地带。从矿产资源角度讲,祁连山及其邻区已存在大型铜、镍矿床;从岩浆活动、构造演化以及沉积建造特征等方面看,它具有铜、铅、锌、金、银等有色金属、黑色金属以及其它沉积矿产的有利地质背景。由于祁连山具有的地质特色,一直为地质学家所关注;自70年代板块构造兴起以来,更引起中外地质学家极大兴趣。地学界一直关注着祁连山蛇绿岩的组合特征、时代和类型划分,祁连造山带演化及海相火山岩形成的地质构造背景以及有关的成矿条件和前景。

“八五”期间,冯益民教授等正是针对以上诸方面,进行了关键地区实际调查和相应的测试、鉴定及系统的综合分析研究;对蛇绿岩时代、类型划分以及外来移置体等方面提出了新的论据和见解;对祁连造山带构造格局、单元划分、基底特征和属性、早古生代海相火山岩、时空分布特征以及造山带演化与成矿关系等方面提出了系统的新认识。

在经费短缺,交通、自然条件较差的情况下取得以上成果,实属不易。这是与冯益民教授等辛勤劳动、克服困难分不开的。与冯益民教授共事有年,深知其思维清晰,工作勤奋、求实。他与同行近著《祁连山大地构造及造山作用》一书的出版,将对陆内造山带的对比研究等方面有一定的指导意义和重要参考价值。

肖序常
1995年11月

前言

祁连山西连昆仑、东接秦岭,是中国大陆上主要的造山带之一。祁连山不仅保存有可资说明构造体制、造山作用类型和造山作用过程等特点的大量“地质记录”,而且分布着以铜多金属、石油天然气和蒸发盐类为主的矿产资源。因此,研究祁连山的地质理论意义和经济意义是显而易见的,也早为人们所熟知。为此,“八五”期间,国家设置的“紧缺矿产勘查与评价研究”项目(85-901),将祁连山作为重点调查研究的地区之一。《祁连山大地构造与造山作用》一书是该项目下属二级专题“祁连山及其邻区海相火山岩地质构造背景研究”(85-901-02-06-2)的研究成果。项目对专题研究的总体要求是:以基础研究为主,总体围绕祁连山及其邻区早古生代海相火山岩系以及相关的铜多金属矿产资源的战略预测目标,着重探讨区域大地构造背景及其演化特征。通过研究,揭示构造对该区早古生代海相火山活动在时空分布特征上的制约作用,从而为国家在该区寻找和评价以铜为主的紧缺矿产资源提供可靠的区域大地构造背景资料。自1991年7月立题以来,历经四年多的努力,圆满完成了任务,达到了预期目的。在研究中有所发现,并取得了一些新的进展。

(一)新发现

1. 祁连县玉石沟地区小岩体南沟枕状熔岩所夹紫红色硅质岩团块中放射虫及疑源类的发现。放射虫:*Entactinosphaera*, *Entactinia*, *Helioentactinia*, *Anakrusa* 等属,疑源类:*Leiopsophosphaera*, *Synsphaeridium*, *Pseudozonosphaera*, *Lophosphaeridium* 等属。其组合所反映的时代为晚寒武世—奥陶纪,而放射虫 *Anakrusa* 则是早奥陶世的特征分子^①。这一发现为玉石沟一带枕状熔岩的时代提供了古生物学方面的依据。

2. 肃南县大岔大坂早中奥陶世蛇绿岩中席状岩墙杂岩的发现。此项发现为北祁连山中段岛弧扩张提供了重要依据。

3. 大型外来移置体的发现与确定。其一是玉石沟—川刺沟蛇绿岩外来移置体,洋中脊型蛇绿岩仰冲到中祁连地块之上;其二是镜铁山地区北大河外来移置体,古元古界北大河群自南西而北东滑覆到下中奥陶统火山岩系之上;其三是朱龙关河外来移置体,中元古界朱龙关群自南西而北东滑覆到早中奥陶世蛇绿混杂岩之上。大型外来移置体的发现与确定为造山作用过程提供了构造地质学方面的依据,也为恢复古构造环境、划分构造单元排除了非原地系统的干扰。

(二)主要进展

1. 运用板块构造观点,建立了祁连山早古生代构造体制和构造格局,划分了构造单元,论述了构造演化;提出祁连山自晋宁期以来经历了两种构造体制(大陆裂谷体制和板块构造体制)和三种不同类型的造山作用,认为祁连山是一个“俯冲-碰撞-陆内”复合型造山带,探讨了构造体制转换和造山作用类型变更的大陆动力学条件,认为大陆动力学条件受地幔柱

① 放射虫及疑源类由叶晓荣副研究员鉴定。

构造的支配。

2. 对北祁连地区的蛇绿岩进行了深入的地质和地球化学研究,结合产出状态,将其划分成三类四种成因类型:①洋中脊型,以玉石沟蛇绿岩为代表;②岛弧扩张脊型,以肃南县大岔大坂蛇绿岩为代表;③弧后盆地扩张脊型,可分两种:一种是近陆的,以景泰老虎山蛇绿岩为代表;另一种是近弧的,以肃南县塔墩沟蛇绿岩为代表。

3. 根据基底特征、沉积组合及变形特征等,提出中南祁连大地构造属性为一个被动陆缘,它和柴达木地块一起构成柴达木板块。

4. 中南祁连早古生代海相火山岩和基性超基性杂岩组合及它们的时空分布特征揭示它们产出的构造环境属陆缘及陆内的裂陷和裂谷环境。这些裂谷和裂陷在大地构造上都不具有分割大陆块的意义。

5. 提出地壳拉张事件和拉张构造背景对祁连山早古生代海相火山活动和与其相关的铜多金属硫化物矿产的成矿作用有强烈的控制作用,这种控制作用表现在时空两个方面。

闫军同志曾参加了本专题研究 1991—1992 年度的野外工作,宋忠宝和宋述光同志分别参加了 1993 和 1994 年度的野外工作。

全书共分七章,连同前言、结语共 9 个部分,除第七章由何世平执笔外,其余部分全部由冯益民执笔、何世平协助,共同完成。附图一张,由冯益民编制。岩化分析数据微机处理及成图由何世平完成。英文摘要由王岷副研究员翻译。

在专题研究和本书编写过程中,得到地矿部科技司、地矿部西安地质矿产研究所及项目办公室的正确领导和大力支持;得到甘肃、青海两省地矿局的大力支持和协助。

在本书编写过程中,夏林圻博士、夏祖春研究员给予了热情的指导和帮助;杨巍然教授、邱家骧教授提供了有关南祁连及柴达木北缘地区最新的地质资料;邬介入研究员、任有祥副研究员、任秉琛副研究员提供了有关铜多金属矿产的地质资料;左国朝高工、任有祥副研究员还提出有益的建议和意见。

在书稿完成之后,蒙汤中立院士、安三元教授、张国伟教授、汤耀庆研究员、张瑞林副研究员诸位评审员精心阅审全文,并给予恰如其分的评价。

肖序常院士在百忙中为本书作了序。

本书的插图和附图全部由陕西省地矿局区调队绘图分队完成,书稿激光打印编排由“誉洲办公自动化”公司完成。

地质出版社赵俊磊副编审等为本书的编辑出版付出了辛勤的劳动。

值此书问世之际,作者谨向各位评审员,向上述单位及个人为本书出版在各方面给予的支持和帮助表示衷心的感谢。

由于水平所限,书中不当之处,诚望读者批评指正。

作者

1996 年 4 月

目 录

前 言

第一章 祁连山地质调查研究简史	(1)
一、路线地质调查阶段(1875—1949)	(1)
二、区域地质调查阶段(1950—1975)	(1)
三、专题研究阶段(1976—现在)	(2)
第二章 区域地质概况	(4)
第一节 大地构造位置	(4)
第二节 地层系统	(4)
一、古元古界	(4)
二、中元古界	(5)
三、新元古界	(5)
四、寒武系	(6)
五、奥陶系	(6)
六、志留系	(7)
七、泥盆系	(8)
八、石炭系	(8)
九、二叠系	(8)
十、三叠系	(8)
十一、侏罗系—第四系	(9)
第三节 断裂构造	(9)
一、造山带边界断裂	(9)
二、造山带内部的大型逆冲和逆掩断裂	(10)
三、韧性断裂	(11)
四、滑覆体周边断裂	(11)
五、黑河断裂带	(11)
第三章 地壳运动的地质记录	(12)
第一节 俯冲杂岩带	(12)
一、时空分布	(12)
二、典型剖面介绍	(13)
三、俯冲杂岩的岩石组合	(14)
四、俯冲杂岩带的变形	(15)
五、俯冲杂岩的成因模式	(17)
第二节 碎屑岩	(18)
一、粗碎岩类	(18)

二、砂岩	(21)
第三节 硅质岩	(24)
一、北祁连山硅质岩产出的地质构造背景	(25)
二、硅质岩岩石化学成分与生成环境探讨	(25)
第四节 外来移置地体	(31)
一、蛇绿岩外来移置地体	(31)
二、前震旦系外来移置地体	(33)
三、外来移置地体形成的大陆动力学条件浅析	(36)
四、外来移置地体的地质构造意义	(36)
第四章 蛇绿岩及基性超基性杂岩	(37)
第一节 蛇绿岩、基性超基性杂岩的时空分布	(38)
一、蛇绿岩的时空分布	(38)
二、基性超基性杂岩的时空分布	(38)
第二节 蛇绿岩及其成因环境	(40)
一、大洋扩张脊型蛇绿岩——玉石沟蛇绿岩	(40)
二、岛弧扩张脊型蛇绿岩——大岔大坂蛇绿岩	(55)
三、近弧的弧后扩张脊型蛇绿岩——塔墩沟蛇绿岩	(60)
四、近陆块的弧后盆地扩张脊型蛇绿岩——老虎山蛇绿岩	(64)
第三节 蛇绿岩及基性超基性杂岩所揭示的有关地质构造背景问题	(70)
第五章 祁连山大地构造单元划分及各单元地质特征概述	(71)
第一节 大地构造单元划分的基本原则	(72)
一、一级构造单元	(72)
二、二级构造单元	(73)
三、三级构造单元	(74)
第二节 构造单元划分及各单元地质特征概述	(75)
一、构造单元的划分	(75)
二、各级构造单元地质特征概述	(75)
1. 塔里木一中朝板块(I)	(75)
2. 北祁连山早古生代中期缝合带(S)	(78)
3. 柴达木板块(II)	(79)
4. 西秦岭印支造山带(III)	(83)
第六章 祁连山大地构造演化——构造体制的转换及造山作用过程	(84)
第一节 构造演化阶段	(84)
一、裂谷期前大陆地壳发展演化阶段(前震旦纪)	(84)
二、大陆裂谷体制演化阶段(震旦纪—中寒武世)	(85)
三、板块构造体制演化阶段(晚寒武世—志留纪末)	(88)
四、俯冲造山阶段(早奥陶世—晚奥陶世末)	(91)
五、碰撞造山作用阶段(早志留世—晚泥盆世)	(92)
六、陆内造山作用阶段(早石炭世—现代)	(94)

第二节 造山带构造演化的大陆动力学探析	(95)
一、支配大陆动力学的主要因素	(95)
二、造山带大陆动力学条件的演变	(98)
第七章 大地构造与成矿作用	(102)
第一节 大地构造格局对矿产的制约关系	(102)
一、古大陆克拉通上的拉张构造背景	(102)
二、大陆裂谷体制	(102)
三、板块构造体制	(105)
四、上叠盆地	(106)
五、盆-山构造环境	(106)
第二节 大地构造演化对成矿的制约关系	(106)
一、古大陆地壳演化阶段(前震旦纪)	(107)
二、大陆裂谷体制演化阶段(震旦—中寒武世)	(108)
三、板块构造演化阶段(晚寒武世—志留纪)	(109)
四、陆内造山作用阶段(早石炭世—现代)	(109)
结语	(110)
参考文献	(113)
英文摘要	(117)

第一章 祁连山地质调查研究简史

祁连山地质调查工作可以追溯到 19 世纪 70 年代,至今已达 120 余年。根据地质调查工作的性质和目的,这一漫长的地质调查史大致可以分为三个大的阶段。

一、路线地质调查阶段(1875 — 1949)

这一阶段的前期,从 1875 年开始到 1920 年,仅有少数外国人对祁连山区进行过地理地质路线调查,其工作成果多见于旅行记中。主要调查者有普尔热瓦爾斯基(Н. М. Пржевальский)、波丹宁(Г. Н. Потанин)、格鲁姆-格吉玛依洛(Г. Е. Грумм - гржимайло)、奥勃鲁切夫(В. А. Обручев)、施俊仪(Bela Szechenyi)、洛奇(Лочи)、福特勒(K. Futlerer)、霍特瑞尔(K. Holderer)、科兹洛夫(П. К. Козлов)、斯坦因(A. Stein)、塔佛尔(A. Tafel)等人。其中,施俊仪、格奇《东亚旅行报告》(1877 — 1880)对祁连山古生代、新生代地层的研究和奥勃鲁切夫《中亚、中国北部与南山》的两部巨著对祁连山地质描述极详,这些著述至今仍有一定的参考价值。

普尔热瓦爾斯基(Н. М. Пржевальский)很可能是第一个涉足祁连山的外国地学考察者。他于 1875、1883 和 1888 年曾先后三次穿越祁连山,主要是进行自然地理、植被和人文方面的调查,关于地质方面的极少。奥勃鲁切夫(В. А. Обручев)在祁连山区曾穿越 7 条路线,并在其著作中有详尽的描述。在当时交通条件极差的情况下,这些外国地学者对地质科学执着的追求和强烈的、不畏艰险的探索精神确实令人折服。

这一阶段的后期,从 1921 年开始到新中国成立前夕,除了少数外国人调查面外,中国老一辈的地质学家也在祁连山区开始了地层、岩石和矿产调查工作。这一时期,在祁连山区进行路线地质调查的有谢家荣、袁复礼、杨钟健、孙健初、卞美年、黄汲清、叶连俊、关士聪、李树勋、曾鼎乾、郭宗山、宋叔和、王曰伦、尹赞勋、侯德封及陈梦熊等。中国的地学先行者们对祁连山早期地层系统的建立、地质构造特征的确认和构造单元的划分,以及矿产的早期开发均作出了不可磨灭的贡献。特别是 1938 年玉门油田的发现。

1945 年黄汲清在《中国主要地质构造单位》一书中,扼要地论述了祁连山的范围和地质构造特征。

早期的路线地质调查虽然是零星的,但是这些调查对以后在祁连山区开展大规模 1:100 万和 1:20 万区域地质调查,以及大规模的找矿勘探工作是先行、是基础。

二、区域地质调查阶段(1950 — 1975)

新中国成立后,在毛主席和中国共产党的领导下,百业待举,地质先行。先后在祁连山区开展了矿产普查勘探和 1:100 万、1:20 万的区域地质调查,并相继开展了水文地质勘察及物化探工作。国内外著名的白银厂黄铁矿型铜多金属矿床及镜铁山铁矿就是在 50 年代发现并进行勘探的。我国的地质前辈为此作出了卓越的贡献,特别是宋叔和先生和陈鑫先生。

1956—1958 年,由中国科学院地质研究所、兰州地质研究室、地质古生物研究所、北京

地质学院、西北大学地质系组成祁连山队,对祁连山的地层、古生物、岩石、构造和矿产、自然地理、地貌及第四纪冰川进行了全面的调查,出版了《祁连山地质志》,较为全面地提供了有关祁连山区域地质、地质发展史、构造岩相带和矿产分布规律等基础地质资料。这些资料至今仍有较大的参考和利用价值。

到1970年前后,1:20万区域地质调查已覆盖全区绝大部分地区,并按国际分幅完成了1:100万地质图的编制。1:20万区域地质调查和1:100万地质编图成果在这一时期相继出版。这一阶段后期,在祁连山区开展了少量的地质科研工作,主要侧重于地层方面及矿床地质方面的研究(详见参考文献)。

在地质构造研究方面,李四光(1955)将祁连山东部外围区划归陇西系巨型旋卷构造;此外,还论述了新发现的河西构造体系以及中国西北部活动性构造体系与地震分布的关系。黄汲清(1955)将南山(北祁连山[●])沉积区,自南而北划分为:①南山地槽沉积带;②南山地槽边缘沉积带;③山前凹地沉积带,并指出在南山褶皱山系的中新生代盆地中有寻找石油的希望。涂光炽(1963)将祁连山划分成7个构造岩相带,自北而南为:①走廊拗陷带;②北祁连山加里东褶皱带;③中祁连山前寒武纪褶皱带;④南祁连山早古生代—中生代(或早古生代—三叠纪)拗陷带;⑤南祁连山加里东褶皱带;⑥南祁连山印支褶皱带(或海西褶皱带);⑦柴达木北缘隆起(或柴达木北缘前寒武纪褶皱带)。黄汲清(1965)将祁连山自北而南划分成5个构造单元:①走廊过渡带;②北祁连褶皱带;③祁连中间隆起带;④南祁连褶皱带;⑤祁连南缘过渡带,并认为北祁连的主褶皱期是加里东,而不是华力西,改变了以前的看法。到1965年,黄汲清进一步将北祁连山划为优地槽褶皱带,而将南祁连划为冒地槽褶皱带;并认为它们均具有多旋回构造发展特征。到了70年代中期,黄汲清根据当时基础地质研究的新资料和新进展,运用多旋回槽台构造理论指导任纪舜等编制了1:400万中国大地构造图和说明书(《中国大地构造及其演化》),于1979年和1980年图和说明书相继出版发行。该图中涉及祁连山区的构造单元有祁连、昆仑及秦岭3个褶皱系。属于祁连褶皱系的次级构造单元自北而南有:①走廊过渡带;②祁连山前拗陷;③北祁连优地槽褶皱带;④祁连中间隆起带;⑤南祁连褶皱带。属于秦岭褶皱系的次级构造单元是青海南山地槽褶皱带。属于昆仑褶皱系的有3个次级单元,自北而南为:①达肯大坂褶皱带;②欧龙布鲁克隆起带;③柴达木北缘优地槽褶皱带。这3个褶皱系分别形成于加里东期、印支期和华力西期。这是基于多旋回槽台构造学说对祁连山构造格局和构造演化全面而系统的论述,在当时起到了立典和示范作用,至今仍有极大的参考价值。

三、专题研究阶段(1976—现在)

60年代中期板块构造学说的问世在全球地学界曾引起强烈的反响,产生了巨大的冲击波。尹赞勋、李春昱、付承义率先将这一新兴的全球构造学说介绍给中国地质界。从70年代中期开始,在祁连山相继开展了蛇绿岩、高压变质岩、俯冲杂岩、构造变形、海相火山岩、板块构造和板块动力学方面的专题研究。其研究成果相继见诸于国内外公开发行的学术刊物及有关论著中。这一时期,李春昱先生(1975)最先提出祁连山存在古板块构造体制。王荃、刘雪亚(1976)发表文章赞同这一认识。肖序常等根据对北祁连山中西段基性超基性岩的调查研究,在1978年公开发表文章论述了北祁连山蛇绿岩的地质、岩石矿物组合、岩石化学特

● 作者注。

征、时代及其类型划分等。1978 年李春昱等在《秦岭及祁连山构造发展史》一文中较详细论述了祁连山古板块构造发展历程。对北祁连山高压变质岩较系统的研究最先当数吴汉泉(1978)。这些研究在当时具有开创意义,对以后有关板块构造方面的研究也具指导意义。80 年代,夏林圻等基于对该区海相火山岩的研究,提出了该区存在沟弧盆体系。几乎与此同时或较早,张之孟等(1986)在其论文中也指出走廊带相当于弧后盆地。许志琴等在这一期间对北祁连山的变形构造进行了深入的研究。到了 90 年代,“八五”国家科技攻关项目 85-901-2 课题在本区实施,相应地设立了有关海相火山岩和地质构造背景研究方面的专题。同时,国家自然科学基金委员会还资助有关地幔岩、蛇绿岩方面的研究,分别由西安地质矿产研究所宋述光和中国科学院地质研究所张旗承担。为了探索地壳深部结构构造,地质矿产部岩石圈研究中心“格尔木—额济纳旗地学断面”也横穿祁连山区。

这一时期的专题研究,推动了板块构造研究在国内的普及,深化研究了祁连山区,尤其是北祁连山区的基础地质、构造地质、成因岩石学和成矿作用方面的研究。这些研究成果,引起了国内外学者的高度关注。1993 年夏,IGCP294 项中国工作组在西安召开国际会议,组织海内外学者参观了北祁连山的蛇绿岩、高压变质岩和俯冲杂岩。1994 年夏,数名台湾地质学家和地矿部西安地质矿产研究所吴汉泉等又对北祁连山中段蛇绿岩、高压变质岩石及地质构造进行了重点考察。1996 年即将在我国召开的 30 届国际地质大会在祁连山区设置了 4 条地质考察路线(T356, T357, T358, T392),其中 T392 就是考察北祁连山的蓝片岩、榴辉岩和蛇绿岩的。

第二章 区域地质概况

第一节 大地构造位置

祁连造山带位于秦祁昆巨型造山带中段,挟持于塔里木—中朝板块和柴达木板块之间。祁连造山带西端被具左行走滑特征的阿尔金断裂带所截,隔断裂与敦煌地块(塔里木地块的组成部分之一)相邻。它的东端被右行走滑的同心—固原断裂所截,隔断裂与鄂尔多斯地块相邻接。北部边界断裂是龙首山断裂,断裂之北是阿拉善地块。西南端以一组与边界平行的向柴达木地块逆冲的断裂带与柴达木地块相接。西秦岭印支造山带呈楔状插入到祁连造山带南部,使祁连造山带南部大部分与西秦岭印支造山带相邻接。其间为一边界断裂,从天峻以南穿青海湖过临夏直达天水附近,是一条颇具规模的边界断裂。在水至宝鸡以南,祁连造山带进入秦岭,同秦岭加里东期造山带相连贯通(图 2-1)。

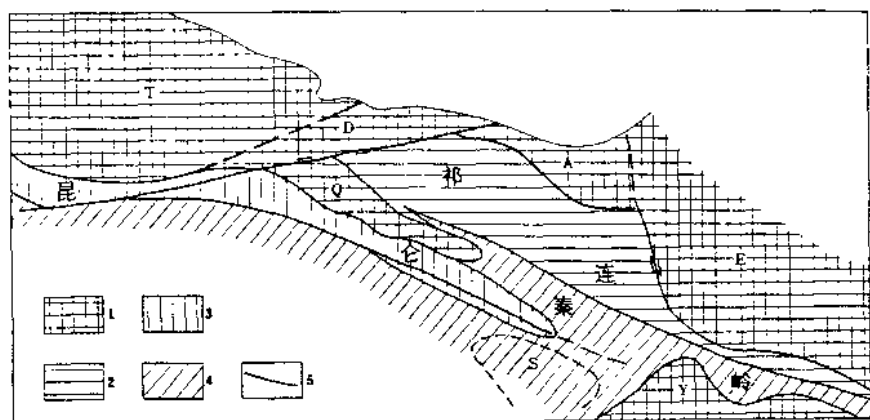


图 2-1 祁连造山带大地构造位置图
(据李春昱, 1980; 本文略有修改)

Fig. 2-1 Sketch map showing tectonic location of the Qilian Orogenic belt, China
(after Li Chunyu, 1989)

T—塔里木地块; D—敦煌地块; A—阿拉善地块; E—鄂尔多斯地块; Q—柴达木地块; S—松潘隐伏
地块; Y—扬子地块

1—地块; 2—加里东造山带; 3—华力西造山带; 4—印支造山带; 5—边界断裂

第二节 地层系统

祁连山及邻区出露的地层系统,自老而新概述于后。

一、古元古界

祁连山及邻区出露的古元古界,在敦煌地区及阿尔金山称敦煌群($Pt_1 dn$),在龙首山地区称龙首山群($Pt_1 ln$),在金塔一带称北大山群($Pt_1 bs$),在镜铁山北大河一带称北大河群

(Pt_1bd), 在陇西、天水、宝鸡一带称牛头河群(Pt_1nt); 出露于托勒山、托勒南山和野马南山的称野马南山群(Pt_1ym), 出露于青海湖以东达坂山、湟源及化隆一带的称湟源群(Pt_1hn), 出露于马衔山的称马衔山群(Pt_1mx)。在柴达木北缘广泛出露的古元古界称达肯大坂群(Pt_1dk)。

这些古元古界大都经过多期变质和变形作用, 形成结晶片岩; 不同程度地遭受了混合岩化作用, 其变质相从低绿片岩相、高绿片岩相、低角闪岩相、高角闪岩相到麻粒岩相均有不同程度的发育(王云山等, 1987)。

二、中元古界

1. 中元古界下部地层(长城系)

祁连山及邻区出露的中元古界下部地层在敦煌、阿尔金山北坡、野马山、托勒南山南坡称党河群(Pt_2dh), 在走廊南山称朱龙关群(Pt_2zh); 出露在皋兰地区的称皋兰群(Pt_2gl)。见之于兴隆地区的称兴隆山群(Pt_2xn)。出露于湟源及湟中一带的称湟中群(Pt_2hn)。另外, 在柴达木北缘也有中元古界下部地层出露, 但未有区域地层名称。龙首山地区缺失中元古代早期沉积。

祁连山及邻区的中元古代早期地层, 按其岩石组合及沉积相大致可以划分成两种类型: 一种是稳定型, 另一种是活动型。属于稳定型的有党河群和湟中群。

2. 中元古界上部地层(蓟县系)

祁连山及其邻区出露的中元古界上部地层, 在龙首山一带称墩子沟群(Pt_2dn), 在镜铁山一带称镜铁山群(Pt_2jn), 在托勒南山称托勒南山群(Pt_2tl), 在湟源、湟中及兴隆山地区称花石山群(Pt_2hs)。柴达木北缘也有该期地层出露, 但未有地区性名称。除柴达木北缘个别地区中元古界上部地层变质较深外, 一般变质均较浅。沉积环境大都属滨浅海。

镜铁山群的时代归属, 长期以来存在争议。甘肃省地质局第二地质队(1965)和青海省地质局祁连山队(1960—1965)曾将大部分地区的镜铁山群划为寒武系中上统或中统。青海省地质局第二地质队(1987)^①将其划归为中寒武统。邬介人等(1994)将镜铁山群划分为蓟县系和中寒武统, 并认为其间构造关系不清。甘肃省地质矿产局(1989)则将镜铁山群划归蓟县系, 时代属中元古代晚期。作者认为, 镜铁山群的主体似应属震旦—中寒武世, 其中构造卷入有相当中元古代的白云岩岩块, 故造成时代归属上的混乱。因此, 镜铁山群的内部构造有待进一步进行研究。

三、新元古界

新元古界包括青白口系及震旦系。

1. 青白口系

祁连山及邻区新元古界青白口系出露比较零星。在镜铁山称大柳沟群(Pt_3dl), 在祁连山称龚岔群(Pt_3gn)。在老爷山一带也有青白口系分布。其它地区未见有青白口系出露的报道。青白口系的主体沉积建造为一套泥质白云岩夹细碎屑岩, 在阿尔金山东段红柳沟一带青白口系下部的其它大坂组中有英安质及安山质火山岩、火山凝灰岩及碧玉岩。除镜铁山地区青白口系同下伏镜铁山群及上覆震旦系白杨沟群呈不整合外, 其余地区青白口系同下伏中元古界蓟县系和上覆震旦系均呈假整合。

① 青海省地质局第二地质队, 1978, 北祁连山中西段矿产图说明书(内部资料)。

由于镜铁山群存在时代方面的争议,因此对青白口系大柳沟群仍需进行构造及地层学方面的研究工作。

2. 震旦系

震旦系在龙首山、走廊南山、中祁连山西段的野马南山及柴达木北缘全吉山一带均有出露。在龙首山称韩母山群(Zhn)。在走廊南山称白杨沟群(Zby),主要见于镜铁山一带。在中祁连西段称多若诺尔群(Zdr)。在全吉山一带称全吉群(Zqn)。震旦系可以分两种类型:①冰川沉积型及②火山-沉积型。前一种类型见于龙首山和柴达木北缘,后一种类型主要见于中祁连山西段野马南山一带。

四、寒武系

以往的有关资料均认为,北祁连山地区缺失下寒武统。近年来,彭礼贵、任有祥等(1995)在白银矿区用生物地层学 and 同位素年代学的方法肯定了下寒武统的存在。在柴达木北缘全吉山有下寒武统。其余地区缺失下寒武统,或者未见有下寒武统存在的报道。

下寒武统在白银为富钠质酸性火山岩及火山碎屑岩,在拉鸡山亦为火山岩建造,在柴达木北缘全吉山为含冰碛岩的滨浅海碎屑岩建造。前者属活动型,后者则属稳定型。

中寒武统在贺兰山南段的同心—固原一带称香山群($\epsilon_2 xn$),在走廊南山称黑茨沟群($\epsilon_2 hc$),在昌马—镜铁山一带称格尔莫沟群($\epsilon_2 gr$),在拉鸡山称泥旦山群($\epsilon_2 nd$),在柴达木北缘全吉山及欧龙布鲁克山也有中寒武统出露,但未有地区性名称。在大通—互助一带称毛家沟群($\epsilon_2 mj$)。中寒武统,按其建造特征可以分成三类:①活动型;②稳定型;③过渡型。属于活动型的有黑茨沟群和泥旦山群。属于稳定型的有毛家沟群、格尔莫沟群、柴达木北缘全吉山和欧龙布鲁克山的中寒武统。香山群属于过渡型。

上述三种类型建造的地理分布是相当有规律的,过渡型沿走廊带分布,活动型沿走廊南山—白银一线分布。稳定型可分两个亚带,北亚带沿中祁连山北缘分布,南亚带沿柴达木北缘分布;且北亚带中或多或少有火山岩。拉鸡山出露的活动型建造则介于上述两个亚带之间。这种布局本身就指示一种在拉张的地球动力学条件下形成的大陆裂谷体制(详见后)。

上寒武统在北祁连山沿昌马地区、玉石沟至川刺沟一带零星出露,远不如中寒武统出露广泛。该带出露的上寒武统称香毛山群($\epsilon_3 xm$)。在柴达木北缘的上寒武统出露范围与中寒武统一致。拉鸡山的中寒武统称六道沟群($\epsilon_3 ld$)。其余地区缺失上寒武统。上寒武统亦可划分为三种类型:①活动型;②过渡型;③稳定型。香毛山群属过渡型,肖序常等(1978)曾报道在玉石沟地区的阴凹槽沟剖面的碎屑岩夹泥质碳酸盐岩层中采得时代为中晚寒武世的三叶虫:*Amphoton* sp., *solenoparia* sp., *Anomocarella* sp., 及 *Crepicephaera* sp., 故玉石沟也有相当于香毛山群的岩层出露。柴达木北缘全吉山及欧龙布鲁克山的上寒武统属稳定型。据中祁连地块北缘川刺沟上寒武统和下奥陶统呈整合过渡关系,在走廊及走廊南山中寒武统黑茨沟群出露地区应有上寒武统。最近在祁连县柳沟一带采得牙形刺,其时代可能属晚寒武—早奥陶世(郭介人,面告,1994)。彭礼贵、任有祥等(1995)在白银地区也肯定上寒武统的存在。

五、奥陶系

下奥陶统在北祁连及走廊称阴沟群(O_{1yn}),在中祁连的刚察县克克赛曲河上游也出露有下中奥陶统,未建地区性名称。在南祁连出露的下奥陶统主要见于党河以南的查干布尔嘎斯一带,未建地区性名称。拉鸡山的下奥陶统称阿夷山群(O_{1ay})。柴达木北缘的下奥陶

统称多泉山组(O_1d)和石灰沟组(O_1s),两个组呈下、上关系,分别代表下部碎屑岩和上部碳酸盐岩两个不同的建造。

下奥陶统可以分为两大类型:①活动型;②稳定型。柴达木盆地北缘的多泉山组属稳定型,除此而外,均属活动型。活动型又可按其岩石组合特征划分成A、B、C三个亚类。A亚类属大洋盆地环境所成,包括主要由枕状熔岩层构成的洋中脊玄武岩,出露于祁连县玉石沟一带,还包括岛弧及弧后环境形成的蛇绿岩型火山组合及非蛇绿岩型的火山-沉积组合。阴沟群标准建群地点玉门市阴沟可能属弧后非蛇绿岩型火山-沉积组合。而川刺沟的阴沟群很可能相当于被动陆缘陆坡上部沉积。肃南县大岔大坂及九个泉塔墩沟一带的阴沟群,则相当于蛇绿岩型火山岩,它们分别形成于岛弧扩张环境及弧后扩张环境(冯益民, 1995)。B亚类属陆内裂谷环境形成的建造类型,拉鸡山的阿夷山群即属此亚类,但火山岩组合以安山岩为主,反映多期裂谷开合的一种特征(杨巍然等, 1994)^①。C亚类属陆内裂陷型,查干布尔嘎斯及刚察克克赛曲河上游的下奥陶统可能属此。

中奥陶统在北祁连山及走廊称中堡群(O_2zh)。在天祝及古浪一带称车轮沟群(O_2ch)。在党河南山称吾力沟群(O_2wl)和盐池湾群(O_2yn),为下上关系。在拉鸡山称查甫群(O_2chp)。在中祁连刚察县克克赛曲河上游也出露有中奥陶统,未有地区性名称。在柴达木北缘全吉山,欧龙布鲁克山一带称大头羊沟组(O_2d)。中奥陶统在建造上继承了下奥陶统的特点,仍可以划分成活动型和稳定型。属于稳定型的只有柴达木盆地北缘全吉山、欧龙布鲁克山的大头羊沟组,活动型建造包括了洋中脊、岛弧、弧后、裂谷及裂陷环境形成的不同类型火山-沉积组合。

上奥陶统在北祁连及走廊带不同地区有不同的地区性名称。在肃南县北祁连山主峰一带称妖魔山组(O_3y)和南石门子组(O_3n),二者为下上关系,整合接触。在门源、天祝、古浪、互助一带称古浪组(O_2g)和扣门子组(O_3k),二者为下上关系。在武威、古浪一带出露的上奥陶统自下而上依次为天祝组(O_3t)、斯家沟组(O_3s)和斜壕组(O_3x)。出露于中祁连雾宿山的上奥陶统称雾宿山群(O_2wx)。在党河南山也有上奥陶统出露,未建名。在柴达木北缘的全吉山及欧龙布鲁克山一带未见出露上奥陶统。而在其南的绿梁山—锡铁山以及阿尔茨托山一带有上奥陶统出露,称滩间山群(O_3tj)。拉鸡山的上奥陶统称药水泉群(O_3ys)。此外在天峻县及刚察县境内也有上奥陶统出露,未建立地区性名称。秦安李家河一带也有上奥陶统出露。

晚奥陶世火山沉积组合在走廊及北祁连属残留弧相和残留弧后盆地相,在中祁连北缘属陆缘裂谷相,在中南祁连西段的党河南山一带属陆内裂陷成因,而在柴达木北缘、拉鸡山及雾宿山则属陆内裂谷成因。

六、志留系

甘肃省地质矿产局(1989)将北祁连及走廊出露的志留系划分成两个地层小区,西部称肃南小区,东部称靖远小区。肃南小区的志留系自下而上分成三个统:下统下部称小石户沟组(S_1xs),上部称肮脏沟组(S_1ax),中统称泉沟脑山群(S_2q),上统称旱峡群(S_3hx)。靖远小区自下而上分成两个统:下统称马营沟群(S_1m),分两个组:下部小石户沟组,上部尖山台组;中统仍称泉沟脑山群。在野马南山出露有志留系,因研究程度较低,未建立起完整的层

① 杨巍然等, 1994, 南祁连及柴达木北缘古生代海相火山活动与成矿作用的大地构造背景研究(科研报告)。

序和地区性地层名称,甘肃省地质矿产局(1989)认为含下、中、上统。青海地质矿产局(1991)则将出露于青海境内中南祁连地区的志留系统划归下志留统,认为尚难以确定中、上统的存在。

北祁连山的下志留统下部有一层巨厚的砾岩层,在肃南—民乐童子坝河均有出露。青海地质矿产局(1991)认为其具磨拉石层系特征。但在走廊带靖远、景泰等地出露的下志留统则见不到此类具磨拉石特点的砾岩层。就北祁连和走廊带下志留统整体而言,是一套陆源浊积岩,具南厚北薄的特点,靠近走廊南山北坡一带厚度可达2000—3000 m,而在北部靠近阿拉善古陆南缘仅1000 m左右,下志留统在局部地段夹有少量的英安岩及安山岩类。中上志留统仅限于走廊南山一线出露,中统为陆源浊积岩,至上统则变成滨浅海相,出现介壳相和礁相,且有波痕和雨痕出现(甘肃地矿局,1989),反映了沉积盆地由深变浅的过程。

南祁连广布的志留系缺乏生物及同位素年代学依据。青海省地质矿产局(1991)将其暂划为下志留统,东段为浅海相陆源碎屑岩,西段为浊积岩层夹有中性火山岩沉积。

七、泥盆系

走廊及走廊南山出露有中下泥盆统和上泥盆统,分别称为雪山群(D_{1-2xs})和沙流水群(D_3sh)。泥盆系同下伏地层呈不整合,雪山群和沙流水群之间为不整合。柴达木北缘赛什腾山一带出露的上泥盆统称牦牛山组(D_3m)。沿党河上游南北两侧出露的上泥盆统称阿木尼克组(D_3a)。

祁连山区泥盆纪陆相磨拉石建造同下伏岩层的不整合是区域性的,代表了一次强烈的造山运动,这已为大家所公认。至于造山作用的性质,作者将在第六章进行讨论。

八、石炭系

走廊和北祁连山区出露有石炭系下、中、上统。下统下部称前黑山组(C_1q),上部称臭牛沟组(C_1c),中统称靖远组(C_2j)和羊虎沟组(C_2y),上统称太原组(C_2t)。中祁连山的石炭系自下而上称大冰沟组(C_1d),臭牛沟组(C_1c),羊虎沟群和太原群。南祁连山及柴达木北缘石炭系自下而上分别称城墙沟组(C_1c),怀头他拉组(C_1h),克鲁克群(C_2kl)和太原群(C_3t)。

石炭系代表祁连山区加里东碰撞造山期后一次广泛的陆棚海沉积,表明加里东期碰撞形成的山系到早石炭世维宪期沉积时已经夷平成准平原状态。

九、二叠系

祁连山区的二叠系,在走廊及北祁连山区主要为陆相,在中南祁连及柴达木北缘为滨海相沉积。在北祁连及走廊二叠系自下而上分别称作山西组(P_1sh),大黄沟组(P_1d),窑沟组(P_1y)和肃南组(P_2s)。在中南祁连,下统称巴音河群,含两个组:勒门沟组(P_1l),草地沟组(P_1c);上统称诺音河群,含两个组:哈吉尔组(P_2h)和忠什组(P_2zh)。龙首山区出露的二叠系下统为山西组(P_1sh)和下石盒子组(P_1sz),上统称红泉组(P_1hq)和大泉组(P_2dq)。

二叠系同石炭系为整合接触。中南祁连及柴达木北缘为滨浅海相,北祁连及走廊、龙首山为陆相,反映了二叠纪沉积和石炭纪的沉积继承关系,海水仍来自南部的昆仑海槽,但陆棚海范围已退缩至中南祁连。

十、三叠系

三叠系在走廊及北祁连为非海相沉积,中下统称西大沟群(T_{1-2xd}),上统称南营儿群