

甘肃北山地区金矿地质

崔惠文 陈祖伊 等 编著

56
040

地质出版社

56.56
2000

甘肃北山地区金矿地质

崔惠文 陈祖伊 等 编著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以大量实际资料为基础,研究和论述了古生代西伯利亚、哈萨克斯坦、塔里木三大板块相互作用在本区的反映——裂隙、火山及侵入活动和板内构造演化。较系统地论述了区内古生代海相火山岩的岩石-地球化学、系列及演化,划分出三次拉张-闭合构造运动旋回,并论述了其与金矿化的关系。晚古生代板内构造时期形成的4条张裂带及其中的深大断裂、次级断裂,控制了金成矿带、亚带和金矿床的分布。在此基础上,阐明了古生代海相火山岩中金矿的成矿特点、控矿条件,建立了区域金成矿模式,划分了金成矿带(亚带),概述了本区金的找矿前景。

全书共分五章,其中插图41幅,表52张,内容丰富,资料翔实,是研究古生代海相火山岩金矿地质的重要参考资料。

本书可供从事相关专业的地质勘查、教学和科研人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

甘肃北山地区金矿地质/崔惠文,陈祖伊等编著.北京:地质出版社,1996.2
ISBN 7-116-02024-1

I.甘… II.①崔… ②陈… III.金矿床-采矿地质学-中国-甘肃 IV.P618.510.6

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第20443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:蒋云林

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:7 字数:155000

1996年2月北京第一版·1996年2月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:12.00元

ISBN 7-116-02024-1
P·1528

序

本书系“八五”期间国家重点黄金科技攻关项目中课题的一级专题研究成果。

通过3年来野外和室内地质科研工作取得了很好成绩和对某些地质问题的新认识。

表现在：

(1) 运用板块构造观点研究了三大板块的俯冲作用，火山活动、岩浆侵入作用，以及各构造单元的划分，从而剖析了北山地区内部地壳结构，划分出与金矿有关的4条张裂带（干泉-大奇山裂陷槽、金窝子裂陷带、马庄山-南金山裂陷盆地、白山-狼娃山裂谷带）。

(2) 在深入研究成矿构造背景的基础上，对区内不同金矿类型、典型矿床地质特征、控矿条件、金矿赋存规律、金矿物及主要载金矿物（黄铁矿、石英）的标型特征、成矿前期蚀变和近矿围岩蚀变、找矿预测标志、成矿时代，以及反映成矿溶液性质的区域成矿物理化学条件等做了系统阐述，并运用板块构造观点提出了北山地区的区域成矿模式。

(3) 较为系统地论述了古生代海相火山岩的岩石-地球化学特征、系列、演化、火山岩相和火山机制，划分出3次拉张-闭合构造运动旋回，并研究了与金矿化的关系。首次提出了晚古生代板内构造活动时期形成的4条张裂带及深断裂带控矿规律的新认识。

通过3年来的深入研究，认为北山地区金矿绝大部分赋存于晚古生代海相火山岩中，是一特点。赋存于古生代，特别是晚古生代海相火山岩中的金矿，在国内研究尚少。因此，研究它，不但有重要的理论意义，也扩大了在我国西部火山岩地区找矿新领域。

通过本课题研究，根据该区金矿地质、物化探、遥感影像3个方面预测标志和资源潜力综合分析，划分出Ⅰ级远景区10片、Ⅱ级远景区5片。

总之，本书内容丰富、条理清晰，是部优秀的科研专著。本书的出版对地质科研单位、地勘单位、院校师生和广大地质工作者都有重要的参考价值。

宋叔和
1994.10.5.

前 言

火山岩型金矿是金矿主要类型之一。近十多年来,环太平洋成矿带(如日本的菱刈金矿,菲律宾的阿库潘-安塔莫克金矿、巴布亚新几内亚的利希尔和波格拉金矿等)特大的火山岩型金矿的发现和勘探,越来越显示它的重要意义。目前,百吨以上储量的火山岩型金矿并不少见,世界火山岩型金矿储量占金矿总储量,从1979—1986年,由12.9%—26.4%(据李兆鼎资料),发展势头十分迅速。随着研究工作的深入,火山作用的成矿理论(如火山岛弧带、火山机构等成矿理论)相应得到发展。80年代,对我国东部中—新生代陆相火山岩型金矿进行了研究,发现了一些矿床和矿点,提交了一定储量,取得了可喜的进展。但是,国内外以往工作,侧重于中—新生代火山岩型金矿研究,对古生代火山岩型金矿研究相对薄弱,只是最近几年,在我国西部地区才取得了明显进展。

于早古生代(S_1 — S_2),北山地区处于塔里木板块、哈萨克斯坦板块聚合部位,形成了早古生代活动大陆边缘;于晚古生代(D_2 — D_3)南蒙古洋壳由北向南俯冲,导致西伯利亚板块与上述板块相碰撞,遂又发育了岛弧带和弧后盆地。

北山地区主体通常分为南、中、北三带。北山南带和中带经历了早古生代活动大陆边缘和晚古生代弧后盆地形成后重新张裂两个演化阶段,特别是后者对金矿有重要意义。赋存于其中的火山岩和花岗岩中的金窝子金矿、拾金坡金矿、老金厂金矿等矿床均受晚古生代裂陷槽带的控制。北山北带于晚古生代早期(D_2 — D_3)岛弧带形成后,受拉张作用形成裂陷盆地和裂谷带,其中火山岩控制了北山北带金矿床(点)的分布。例如,马庄山金矿、南金山金矿、460金矿、霍勒扎德盖金矿点、扫子山东金矿点、狼娃山金矿点、双尖山金矿点等。

北山地区南带有部分金矿床产在敦煌地块古老变质岩中,恢复其原岩为海相中基性火山岩,主要是受断裂带控制的含金石英脉型金矿床。

北山地区是金的老采区,早在明朝已开始小规模开采,遗留老硐、老坑近千个,有的采深达20—30m。现有大、中型金矿床7处,小型金矿床和矿点66处。

北山地区范围:北至中蒙边界,南至北山南缘阿尔金断裂以北,西至甘肃与新疆交界,东至东经 $97^{\circ}30'$,面积约6万 km^2 。

北山地区地质研究工作,解放前基本是一片空白,建国以来曾陆续有一些学者和地质队伍来北山地区做了一些地质工作。由于北山地区所处的地质构造环境和丰富的金及其它多金属矿产,引起了人们极大关注。70年代初,本区基本完成了1:20万区测填图工作,根据找矿工作的需要又进行过一些专题研究工作及部分地区做了不同比例尺的物探、化探和航片、卫片的遥感解译工作,对区内基本地质构造有了一定程度的认识。1981年甘肃省地矿局进行了全省金矿汇编工作,并编制了1:200万甘肃省金矿分布图;1983年甘肃省地矿局酒泉地调队开展了肃北蒙古族自治县骆驼峰—扫子山一带1:5万金矿普查工作。80年代后期,开展了金矿普查和勘探大、中、小型金矿床11处(马庄山、南金山、460、

双井子、金窝子、拾金坡、金沟井、老金厂、金场沟、小西弓、小宛南山等金矿床), 矿点和矿化线索几十处一近百处。但是, 由于工作条件限制, 本区综合性的区域地质研究还远远不够, 尤其缺乏深入的专题研究工作。

1991年—1994年, 地矿部沈阳地质矿产研究所、核工业北京地质研究院、甘肃地矿局酒泉地质队、中国地质大学共同组队, 承担了“八五”国家重点黄金科技攻关项目下属课题“北山火山岩区金矿控矿条件及预测研究”的研究任务, 对该区金矿进行了系统的研究和总结, 并进行了成矿预测, 指出了找矿方向, 大大提高了本区金矿, 特别是海相火山岩金矿的研究程度。本书即是在科研报告的基础上修编而成的。

参加课题和专题研究的主要人员有: 沈阳地矿所曹从周、崔惠文、李景春、赵安生; 核工业北京地质研究院陈祖伊、张邻素、封全宏; 甘肃地矿局酒泉地调队王刚明、原秉昌; 中国地质大学邵洁涟、陈升平、梅建明等。

参加本书编写的有: 核工业北京地质研究院陈祖伊、张邻素、封全宏负责编写北山地区的南带和中带; 沈阳地矿所崔惠文、赵安生负责北山地区北带的编写工作。最后汇总、编写工作由崔惠文、赵安生二同志完成。赵安生负责第二章的汇总工作, 其它全部章节由崔惠文负责统编完成。

本书编写过程中得到沈阳地矿所副所长母瑞身研究员、李文亢研究员、国家辉副研究员的指导和帮助。初稿完成后, 承蒙宋叔和、李廷栋、陈毓川、王泽九、孙培基、莫宣学、陈纪明、朱凯、裴有守、陆春榕、李兆鼎、汤耀庆、母瑞身、张树新等专家对文稿进行了审阅, 并提出了宝贵意见。本书在修改时已参照各位专家的意见作了修改和补充。文中所用图表, 除部分由笔者根据有关材料编制外, 大部分引用各专题的科研报告; 陈树旺工程师绘制了部分图件, 最后图件清绘由吴德熾、郑恺二位工程师完成。笔者在此一并致谢。

由于编写时间短促和笔者水平所限, 文中谬误之处, 敬请批评指出。

目 录

第一章 北山地区金矿成矿地质构造背景	(1)
第一节 前古生代构造地质特征（敦煌地块）.....	(1)
第二节 早古生代构造演化及地质特征.....	(2)
第三节 晚古生代构造演化及地质特征.....	(3)
第四节 晚古生代板内构造地质特征.....	(7)
第五节 区域地球物理场特征	(10)
第二章 火山岩及相关侵入岩	(13)
第一节 白山-狼娃山裂谷带火山岩及相关侵入岩	(13)
第二节 马庄山-南金山裂陷盆地中火山岩及相关侵入岩	(21)
第三节 干泉-大奇山裂陷槽火山岩及相关侵入岩	(24)
第三章 金矿床地质特征	(34)
第一节 金矿成矿带（亚带）的划分	(34)
第二节 主要金矿床类型及其地质特征	(37)
第三节 金矿物及主要载金矿物标型特征	(54)
第四节 热液蚀变	(63)
第五节 金矿的控矿条件	(67)
第四章 成矿机制和成矿模式探讨	(71)
第一节 成矿构造环境分析	(71)
第二节 成矿物质来源	(72)
第三节 成矿物理化学条件	(77)
第四节 成矿物质的活化迁移和沉淀聚集	(83)
第五节 成矿时代	(85)
第六节 区域成矿模式探讨	(86)
第五章 金矿成矿预测	(90)
第一节 金矿成矿规律和远景评价	(90)
第二节 金矿化预测标志	(93)
结 语	(98)
参考文献	(100)
英文摘要	(101)

CONTENTS

Chapter 1 Geological and tectonic background of gold mineralization of Beishan area	··· (1)
1. Pre – paleozoic tectonic geology (Dunhuang massif)	····· (1)
2. Early Paleozoic tectonic evolution and geology	····· (2)
3. Late Paleozoic tectonic evolution and geology	····· (3)
4. Late Paleozoic mid – plate tectonic geology	····· (7)
5. Regional geophysical field	····· (10)
Chapter 2 Volcanic rocks and related intrusive rocks	····· (13)
1. Volcanic rocks and related intrusive rocks of Baishan – Langwashan rift zone	····· (13)
2. Volcanic rocks and related intrusive rocks of Mazhuangshan – Nanjinshan tension – depression basin	····· (21)
3. Volcanic rocks and related intrusive rocks of Ganquan – Daqishan tension -depression trough	····· (24)
Chapter 3 Geology of gold deposits	····· (34)
1. Gold mineralization zones (sub – zones)	····· (34)
2. Main types and thier geology of gold deposits	····· (37)
3. Typomorphic characteristics of gold and gold – carrying minerals	····· (54)
4. Hydrothermal alteration	····· (63)
5. Ore – control factors of gold deposits	····· (67)
Chapter 4 Mineralization mechanism and model	····· (71)
1. Mineralization structural environment	····· (71)
2. Source of mineralization material	····· (72)
3. Geophysical and geochemical condition	····· (77)
4. Remobilization and depositing of mineralization material	····· (83)
5. Mineralization age	····· (85)
6. Regional mineralization model	····· (86)
Chapter 5 Metallogenic prognosis of gold deposits	····· (90)
1. Mineralization regulation and prospective value	····· (90)
2. Criteria of prognosis of gold mineralization	····· (93)
Conclusion	····· (98)
References	····· (100)
English abstract	····· (101)

第一章 北山地区金矿成矿地质构造背景

研究区处于塔里木与哈萨克斯坦两大板块的聚合部位。早古生代时期 (S_1-S_2)，一是横亘山-洗肠井边缘盆地洋壳向南俯冲；二是石板井-小黄山洋盆之洋壳的大规模俯冲，形成了白云山-洗肠井蛇绿岩带和石板井-小黄山蛇绿岩带^[1]，表明早古生代 (S_1-S_2) 时期，塔里木板块与哈萨克斯坦板块碰撞与拼接在一起 (古地磁位置见图 1-1)。

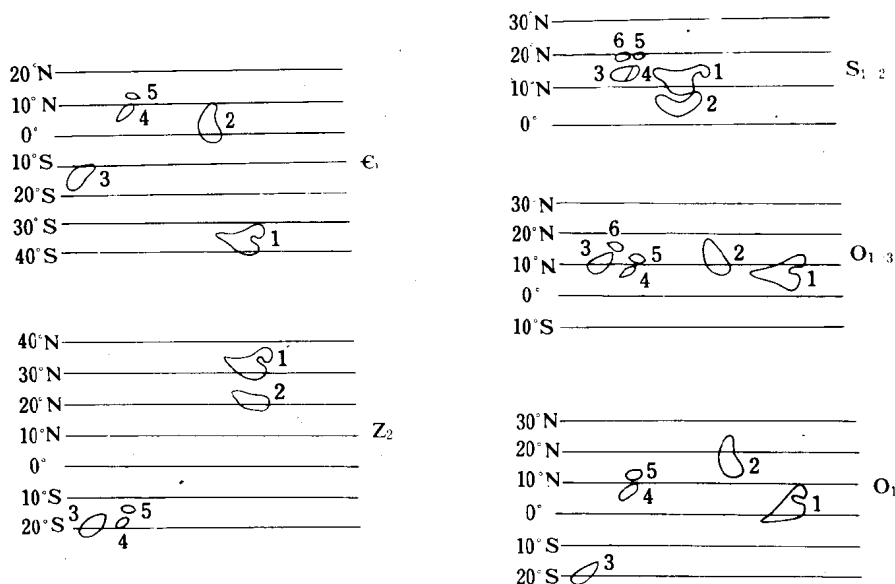


图 1-1 北山、塔里木、华北、华南古板块古方位演化图

(资料引自左国朝, 1993)

Fig. 1-1 Evolution of Beishan, Tarim, North China and South China paleo-plates

1—华北；2—华南；3—塔里木；4—北山；5—旱山；6—中天山

中—晚泥盆世 (D_2-D_3) 时期，南蒙古洋壳由北向南俯冲，导致上述板块与西伯利亚板块俯冲、碰撞，本区形成了晚古生代沟弧盆体系和造山带。

第一节 前古生代构造地质特征 (敦煌地块)

前寒武系主要分布在南部古大陆基底，为前长城系敦煌群的花岗-变质岩系。长城系是处于拉张型过渡壳特征的陆源碎屑岩和变质火山岩系夹碳酸盐岩系，蓟县系和青白口系由稳定冒地槽型沉积的硅镁质碳酸盐岩、陆源碎屑岩组成。上述各岩系的特点与塔里木地块的相应岩系可以对比。因此，南部前寒武系属于塔里木-中朝板块范畴。北部明水-旱山微大陆的基底是由长城系星星峡群深变质岩系组成 (时代争议较大)，显然与塔里木基底

岩性特征不同。北山其它地区，前寒武系也有零星分布。

敦煌地块（I）

位于北山南缘及南侧，疏勒河断裂以南，阿尔金断裂以北呈北东-南西向展布的狭长隆起区。其大地构造位置处于塔里木板块的东缘与华北板块的衔接处，南、北则夹持于北山与祁连山两个古生代褶皱带之间。

敦煌地块的地层建造较为简单，主要由前寒武系基底敦煌群及零星出露的中新生代盖层组成。敦煌群下部由海相陆源碎屑岩夹少量灰岩、中基性火山岩，向上演化为富镁碳酸盐岩夹中酸性火山岩建造，构成第一个火山-沉积旋回；上部为陆源碎屑岩夹中-基性火山岩为主的火山-碎屑岩演化为陆源碎屑岩夹中酸性火山岩，构成第二个火山沉积旋回，均已变质为绿片岩相、角闪岩相。因此，敦煌地块的结晶基底总体上是由两个巨型火山沉积旋回构成，在结晶基底形成之后，则长期隆起遭受剥蚀，直至中-新生代，仅局部出现一些陆相堆积，形成零星分布的中-下侏罗统（ J_{1-2} ）陆相含煤碎屑岩及上新统（ N_2 ）陆源碎屑岩。由此看来，敦煌地块是由较为活动的前寒武系结晶基底构成的长期隆起并遭受剥蚀的相对稳定的古陆区。

敦煌地块的岩浆活动可分为：吕梁期、加里东期及华力西期。现有区域地质及同位素资料分析表明：分布较广、规模较大的岩浆活动以古生代加里东期及华力西期最盛。这与其夹持于两个古生代活动带之间的大地构造位置有着密切联系。

敦煌地块的区域构造主要受近东西向和近北东向两大构造格局的控制。地块基底构造线均以近东西向为主，由于巨型阿尔金走滑断裂带的多次活动，使该区近东西向构造体系之上又叠加了更为强烈的北东向构造体系，形成近东西向构造体系与北东向构造体系叠加复合的构造格局。

综上所述，敦煌地块自形成一套活动型结晶基底之后，尽管长期稳定隆起，但由于受南、北两个古生代活动带的影响，不仅内部古生代岩浆构造活动较为发育，而且北缘还发生强烈的陆缘裂陷作用^[2]，造成相对活化，使其表现出相对活动的总体趋势。随着中生代两侧的活动带褶皱成山，敦煌地块也逐渐稳定，表现为以升降运动为主的断块活动的特点。这一特定的地质演化环境也为该区金及其它矿产的形成提供了一个特定的区域成矿背景。

第二节 早古生代构造演化及地质特征

北山地区早古生代处于塔里木与哈萨克斯坦两大板块聚合部位，各时期地质构造发展阶段特征如下：

寒武纪—早奥陶世

显生宙开始，北山地区地壳动力环境显示拉张特征，寒武纪至早奥陶世在本区南部古大陆边缘出现了复杂化的大西洋型被动边缘冒地斜沉积环境，由南向北分别为浅海相碳酸盐-陆源碎屑沉积，至破城山一带为半深水海相大陆坡或陆隆（C—O）上的浊流沉积。

中奥陶世

在南部古大陆边缘或前陆地带（AnJx）内侧的花牛山—白山堂及柳园—穿山驯（图 1-2）以北一带，陆壳岩石圈被拉断而形成内侧裂谷带，表现了复杂的火山活动，接

受了巨厚的陆源碎屑岩夹碳酸盐岩沉积。

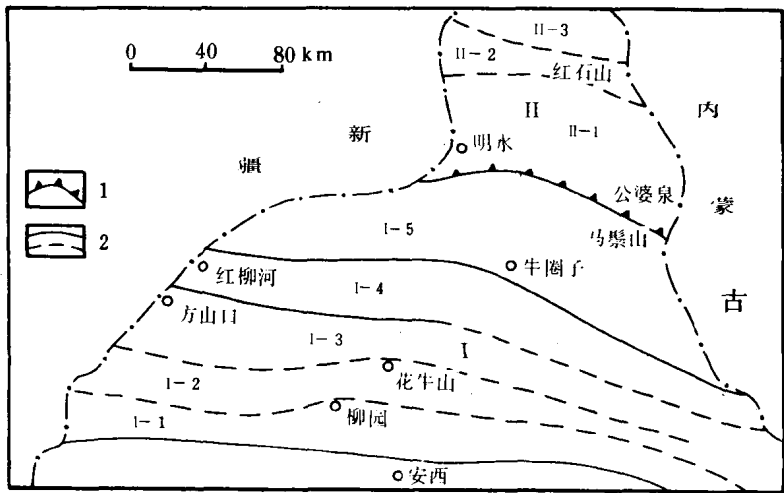


图 1-2 北山早古生代构造单元示意图

(资料引自左国朝, 1990, 略加修改)

Fig. 1-2 Early Paleozoic tectonic elements of Beishan area

1—早古生代俯冲带界线；2—构造单元界线（虚线为推测）；I—塔里木-中朝板块中段北缘：I-1—柳园-穿山驯前陆地带（AnJx）；I-2—花牛山-白山堂陆缘裂谷带（C—S）；I-3—方山口-双鹰山陆棚海（C—O）；I-4—红柳河-牛圈子弧后盆地（S）；I-5—坡城山-鹰嘴红山大陆坡（C—O）；II—哈萨克斯坦板块东段部分地区：II-1—明水-旱山微大陆（AnC）；II-2—红石山陆棚海（？）（O）；II-3—大南山-圆包山活动大陆边缘（O—S）

大南山—圆包山一线的南侧，中奥陶世早期具复理石沉积，此时尚处于大陆边缘。中奥陶世晚期，以中基性火山岩为主的火山喷发活动开始，揭开了活动大陆边缘（O—S）的序幕。

晚奥陶世

中奥陶世末—晚奥陶世初，南侧大陆边缘的花牛山-白山堂陆源裂谷带（O₂—O₃），开始进入拉张—闭合构造环境，并有花岗岩类岩浆活动（五峰山花岗岩的 K-Ar 年龄为 457Ma）。

早志留世

洋壳向南俯冲作用继续进行，导致两处不同构造发展过程：一是横峦山-洗肠井边缘盆地洋壳向南俯冲，形成红柳河-牛圈子弧后盆地（S）的雏形，沉积陆源碎屑岩夹碳酸盐岩和硅质岩及少量玄武岩。由于弧后扩张作用而分裂出来的南侧古大陆边缘已演化为以陆壳为基底的岛弧隆起带，在该带的勒巴泉和公婆泉地区有水下钙碱系列的岛弧火山喷发。二是石板井-小黄山洋盆之洋壳大规模俯冲，形成了白云山—东七一山的大量中基性、中酸性钙碱系列火山弧，而后火山弧开始进入成熟阶段。

第三节 晚古生代构造演化及地质特征

一、晚古生代俯冲带概述

北山地区于中—晚泥盆世时期，南蒙古洋壳由北向南俯冲，使本区及南戈壁发育中—中酸性火山岩及花岗岩。中泥盆世时期，在北山北带及其南侧陆缘发育的磨拉石组合由粗碎屑岩及一些碱性火山岩组成，标志本区地壳成熟度已经很高，进入了大陆壳发展阶段(左国朝，1990)^[1]。蒙古南部佐伦山一带则形成了俯冲带^[3]。佐伦山地区没有典型蛇绿岩，仅是超基性岩或被碧玉陆源碎屑岩超覆，或被钙碱性喷出岩及不整合沉积物所超覆。佐伦山脉具有推覆构造，原地杂岩沿山脉的两侧出露，外来岩体产于其轴部(图 1-3)。

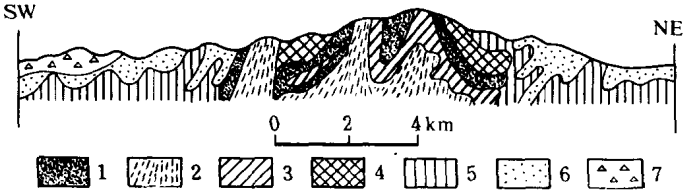


图 1-3 古尔班博格多山地质剖面图

Fig. 1-3 Geological section of Guerbانبогедуо Mountains

1—蛇纹岩；2—集廉杂岩；3—哈达特乌拉杂岩 (P₂?)；4—5—别尔赫乌拉杂岩；(4—碧玉岩，细碧岩，凝灰陆屑岩，D₃；5—陆屑岩，D₃—C₁)；6—7—古尔班博格多杂岩 (6—碧玉岩，喷出岩，S—D₂；7—陆屑岩，D₂—C₁)

在佐伦山地区和古尔班博格多山脉，碧玉陆屑岩层分布不广，根据所采的放射虫化石，碧玉的时代主要是中泥盆世。

从佐伦山向东与内蒙古贺根山一带蛇绿岩带相连^[4] (纯橄榄岩 K-Ar 法年龄值 346—380Ma)^[5]，向西与新疆达拉布特卡拉麦里俯冲带 (辉长岩 K-Ar 法年龄值 388—392Ma) 连成一线，构成东西长 3 000km 的俯冲带^[4]，直至石炭纪末洋壳消亡，导致了哈萨克斯坦板块与西伯利亚板块沿上述俯冲带碰撞，形成了晚古生代北山沟弧盆体系和造山带 (北山北带形成岛弧带，中、南带形成弧后盆地，图 1-4)。

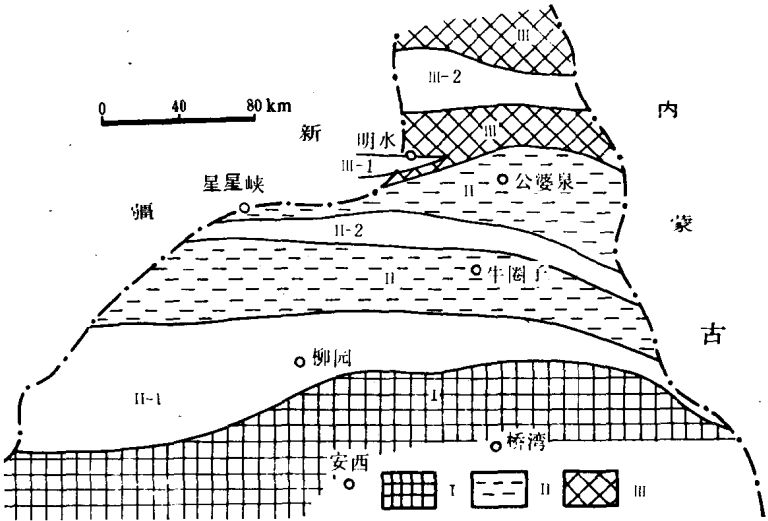


图 1-4 北山地区板块构造图 (晚古生代)

Fig. 1-4 Plate structure of Beishan area (late Paleozoic)

I—敦煌地块；II—马连井-牛圈子-横峦山弧后盆地；III—明水-狼娃山岛弧带；I-1—干泉-大奇山裂陷槽；II-2—金窝子裂陷带；III-1—马庄山-南金山裂陷盆地；II-2—白山-狼娃山裂谷带

二、明水-狼娃山岛弧带 (Ⅲ)

岛弧带北界在中蒙边界以北 (俯冲带在南蒙佐伦山地区)^[3], 南界为破城山-石板井-小黄山早古生代蛇绿岩带, 与马莲井-牛圈子-横峦山弧后盆地相邻。

(一) 划分岛弧带的依据

①大面积出露华力西中 (晚) 期花岗岩类侵入体; ②花岗岩类中以 I 型花岗岩类为主; ③晚古生代海相中—酸性火山岩、火山碎屑岩广泛分布。W. S. Pitcher (1983) 认为与大量火山岩伴生的 I 型花岗岩类可作为活动大陆边缘的标志产物; ④火山岩和花岗岩类皆属钙碱性系列 (图 1-5、图 1-6)。

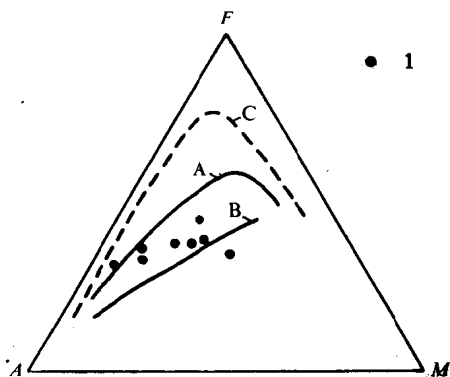


图 1-5 AFM 变异图

Fig. 1-5 AFM diagram

A—拉斑玄武岩趋势; B—钙碱性趋势;
C—斯科加尔德液体; 1—岛弧带火山岩

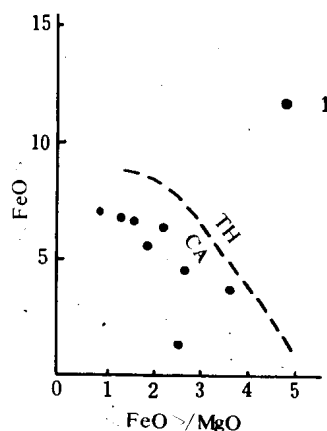


图 1-6 $\langle \text{FeO} \rangle - \langle \text{FeO} \rangle / \text{MgO}$ 关系图

Fig. 1-6 Fe vs. FeO/MgO

1—岛弧带火山岩

(二) 地层分布特征

岛弧带主体是早山微大陆, 出露一套深变质岩系, 统称“北山杂岩”, 时代争议较大, 而后长期被称为明水-石板井隆起带。隆起带北侧沉积区分布泥盆系中、下统。上志留统碎石山组顶部存在多层砾石层, 而下泥盆统底部砾石层也较多, 上、下砾石层不易区分, 未见角度不整合关系。这是一套晚志留世至早泥盆世的海退层序 (左国朝等, 1990)^[1]。

中泥盆统分布在圆锥山地区, 下部为红尖山组: 安山玄武岩、安山岩、凝灰角砾岩夹少量粉砂岩及大理岩透镜体, 厚度大于 1 200m, 显示海底火山喷发组合特征; 上部为圆锥山组: 英安岩、流纹岩、硅质岩、砾岩、板岩、砂屑灰岩, 厚度大于 1 800m。本区中泥盆世火山沉积组合, 表现从早期以海底中基性火山喷溢开始, 到晚期粗碎屑沉积和中酸性火山喷发而结束。碎屑岩增多, 表明造山隆起剧烈, 而导致剥蚀作用加强。

(三) 火山岩岩石化学特征

对岛弧带具有代表性的安山玄武岩、安山岩、英安岩和流纹岩进行了岩石化学分析 (表 1-1)。

表 1-1 明水-狼娃山岛弧带泥盆纪火山岩岩石化学分析结果

Table 1-1 Result of petrochemical analysis of Devonian volcanic rocks of
Mingshui-Langwashan arc zone

岩 性	采样地点	编号	化 学 成 分 (%)									<FeO>	σ	τ	log σ	log τ
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O					
安山岩	芦苇井	D529	67.73	14.89	0.54	2.17	1.74	4.87	1.04	4.44	0.88	3.69	1.14	19.35	0.06	1.29
安山岩	芦苇井	D546	55.59	18.10	1.13	1.23	5.48	4.91	3.09	5.16	0.26	6.59	2.33	11.45	0.37	1.06
流纹岩	芦苇井	D550	76.67	13.51	0.12	0.17	1.06	0.45	0.47	4.12	1.80	1.21	1.04	78.25	0.02	1.89
安山岩	哈珠井	D551	58.16	15.98	0.86	1.12	3.46	5.36	1.63	6.84	0.08	4.47	3.16	10.63	0.50	1.03
英安岩	哈珠井	D552	40.95	11.57	0.39	2.22	0.70	20.58	0.62	4.0	0.56	2.70	14.01	17.36	1.15	1.24
英安岩	哈珠井	D555	56.81	17.12	0.69	1.55	4.42	4.71	3.05	5.28	1.26	5.82	3.10	17.16	0.49	1.23
安山玄武岩	大红山西沟	F86	59.12	16.12	1.17	5.43	1.71	2.58	3.92	5.96	0.80	6.60	2.83	8.71	0.45	0.94
安山玄武岩	大红山西沟	F88	57.92	15.29	1.23	4.80	2.29	4.95	4.24	3.80	2.16	6.61	2.38	9.34	0.38	0.97

注:1. 据:1:20 万安北幅区调报告;2. $\langle \text{FeO} \rangle = \text{FeO} + 0.9\text{Fe}_2\text{O}_3$; 3. $\sigma = (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})^2 / (\text{SiO}_2 - 43)$, $\tau = (\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}) / \text{TiO}_2$ 。

AFM 图(图 1-5、图 1-6)可确定岩浆系列隶属问题。由图可见岛弧带火山岩投影点绝大部分落在钙碱系列范围,反映了活动大陆边缘火山岩的特点。

A. Rittman(1973)用岩石组合指数 σ 和 τ 来鉴别火山岩形成的构造环境(图 1-7)。火山岩 8 个样品,其中 7 个样品都落入造山带和岛弧区火山岩的范围内。

上述图解分析表明,泥盆纪火山岩为大陆边缘造山阶段产物,或为岛弧区产物。据蒙古南带资料,南戈壁的地层岩石组合特征与本区有非常相似之处。

M·T·列奥尼夫资料,泥盆系由两套地层组成:下部为安山玢岩及凝灰岩,厚 900m;上部为凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩、硅质层凝灰岩、长石砂岩,其中有霏细岩、酸性凝灰岩和熔岩角砾岩及少量的砂屑灰岩、砾岩夹层(蒙古南带资料,由左国朝提供)。

洋壳俯冲的挤压—闭合,导致大规模的中酸性、钙碱性火山岩及壳幔混熔的 I 型花岗岩类的形成^[6],其物质来源于下地壳或上地幔。与本区区域大地构造背景相一致,则发生了一系列成岩成矿作用,尤其是本区晚古生代强烈的岩浆热液活动导致了金属矿产的形成。

三、马莲井-牛圈子-横峦山弧后盆地(Ⅱ)

南界以疏勒河为界,与敦煌地块相邻,北界以破城山-石板井-小黄山早古生代蛇绿岩带为界,北侧为岛弧带。

马莲井-牛圈子-横峦山弧后盆地的基底是由早古生代构造单元组成:有破城山-鹰嘴红

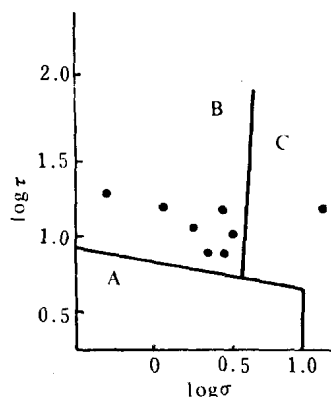


图 1-7 火山岩 $\log \sigma - \log \tau$ 图解
(据 A. Rittman, 1973)

Fig. 1-7 Volcanic rock $\log \sigma - \log \tau$
diagram

A—非造山带火山岩;B—造山带和岛弧区火山岩;C—由 A、B 区火山岩派生的偏碱性、碱性岩;●—岛弧带火山岩

山大陆坡、石板井-小黄山洋盆、横峦山-洗肠井弧间盆地、红柳河-牛圈子弧后盆地、方山口-双鹰山陆棚海、花牛山-白山堂陆缘裂谷带。构成弧后盆地基底的地层为前寒武系一早古生代志留系。岩石组合既有洋壳物质成分,也有陆源碎屑物质成分。该弧后盆地是晚古生代(D_2-D_3)南蒙古洋壳由北向南俯冲作用形成。

该弧后盆地沉积地层,主要出露在辉铜山、墩墩山一带,为中泥盆统三个井子群和上泥盆统墩墩山组,以陆相和海陆混合相中酸性火山岩为主,还有安山玄武岩、安山质熔岩、角砾凝灰岩、英安质火山凝灰角砾岩及陆源粗砾岩,含植物化石,厚度达 5 000 余米。

干泉地区中泥盆统以陆源细碎屑岩为主,夹有熔凝灰岩和生物灰岩透镜体,厚度大于 2 000m,灰岩中产珊瑚化石 *Squameofaustites?* sp. 和 *Faustites?* sp.。

中泥盆统三个井子群与下伏岩系呈角度不整合接触,反映本区泥盆纪中—晚期仍有剧烈活动,形成海陆混合相和陆内火山剧烈活动的特点。

早石炭世以后形成的火山沉积组合及相关侵入岩将在板内构造单元中叙述。

第四节 晚古生代板内构造地质特征

晚泥盆世时期,北山地区进入板内构造活动时期。本区形成了 4 条张裂带(图 I-4),从南向北依次划分为:干泉-大奇山裂陷槽(Ⅱ-1)、金窝子裂陷带(Ⅱ-2)、马庄山-南金山裂陷盆地(Ⅲ-1)、白山-狼娃山裂谷带(Ⅲ-2)。

张裂带内产生了大量的火山喷发,发育火山碎屑物质沉积及相关侵入岩体。该岩浆从深部携带金质,岩浆演化的晚期,在有利的物化环境和构造部位富集成矿。因此,本区晚古生代板内地质构造活动、演化是研究的重点,与金矿化关系最为密切。

一、干泉-大奇山裂陷槽(Ⅱ-1)

该裂陷槽分布范围,北界在辉铜山—柳园—五峰山—金厂沟—芨芨台子一线;南界为峡东—后红泉南—俞井子。该裂陷槽古生代共有三次拉张—闭合构造旋回,第一次拉张—闭合是在中奥陶世—晚志留世;第二次拉张—闭合是在早石炭世—晚石炭世;第三次拉张—闭合是在早二叠世—晚二叠世,其中第三次拉张—闭合规模最大,与金矿化关系最密切。因此,将此裂陷槽放在晚古生代板内构造一节叙述。

干泉-大奇山裂陷槽出露的最古老地层是前寒武纪片麻岩,其上有呈不整合或断层接触的奥陶—志留系变质火山-沉积岩组合。构成基底至今保留完整的部位仅见于裂陷槽的南部、柳园—金场沟—后红泉一线以南地区,其余部分的古老地块则零星出露于古生代火山沉积地层之中。

此裂陷槽的拉张—闭合过程具有一个由北向南迁移的特征。早古生代的拉张裂陷和火山作用以及加里东期花岗岩类的侵入活动发育于裂陷槽的北部,而晚古生代的大规模拉张—闭合则发生在裂陷槽的南部。由此可将裂陷槽划分为两个次级单元,即北部的花牛山-墩墩山早古生代次级裂陷槽和南部的柳园-芨芨台子晚古生代次级裂陷槽(图 1-8)。

此裂陷槽最大的特点是早古生代的岩浆岩(包括侵入岩和火山岩)几乎都集中在宽 20—60km,长 500km 以上(包括向东和向西延伸)的狭长地带内。其两侧虽然也有古生代火山岩及花岗岩的分布,但规模远不能与其相比拟。因此,它是古生代构造-岩浆活动最强烈的地带。

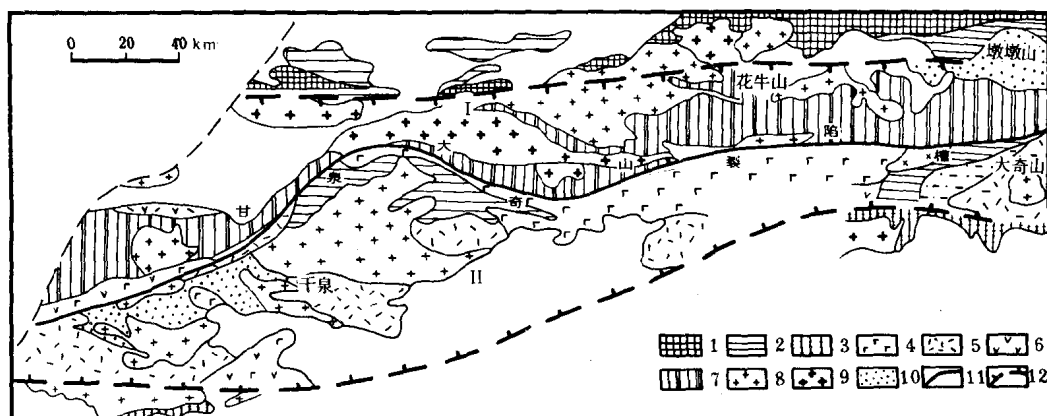


图 1-8 干泉-大奇山裂陷槽次级裂陷槽划分图

Fig. 1-8 Subdivision of Ganquan-Daqishan tension-depression trough

I—花牛山-墩墩山早古生代次级裂陷槽; II—柳园-芨芨台子晚古生代次级裂陷槽

1—古大陆壳; 2—火山岩、火山碎屑岩(C_1-C_2); 3—陆源碎屑岩、火山岩(S); 4—基性熔岩、枕状熔岩(P_1); 5—中酸性—中基性火山岩(ϵ); 6—中基性—中酸性火山岩($\epsilon-S$); 7—辉长岩类; 8—海相火山岩及陆源碎屑岩(O_2-S); 9—加里东期花岗岩类; 10—华力西期花岗岩类; 11—中酸性火山碎屑岩(P_2); 12—次级裂陷槽界线; 13—裂陷槽边界线

区内古生代地层构成一个近东西向复式向斜, 其中发育了一些轴向基本一致的紧闭褶皱(TM 遥感影像上有清晰的显示)。石炭纪及石炭纪以前的地层普遍发育有近东西向的挤压片理。古生代的各类岩浆岩在总体上亦呈近东西向分布。区内一些规模较大的区域性控岩断裂带, 如方山口-花牛山断裂带、古堡泉-低头山断裂带、雷洞子-峡东断裂带多呈近东西向展布。因此, 裂陷槽古生代的主要构造线是近东西向的。邻区北西向的祁连构造带是一个早古生代的强烈活动带, 晚古生代的构造活动相对弱一些。北东向的昆仑-阿尔金构造带对本区古生代沉积建造、岩浆活动和构造发展的干扰、叠加复合, 使主体构造线两端明显向南扭曲。

本区古生代火山岩构成 3 个火山-沉积旋回, 每一个旋回下部以基性火山岩夹少量酸性、中酸性火山岩和沉积岩组合为特征, 而上部则以较厚的酸性、中酸性火山岩组合为特点, 构成双峰式火山岩沉积建造特征, 反映产于裂谷环境^[7]。

综上所述, 该裂陷槽自古生代以来, 发生了 3 次规模较大的拉张—闭合构造运动, 尤其晚古生代二叠纪时期第三次拉张—闭合运动、火山作用、岩浆活动规模最大, 强度剧烈, 与金矿化关系最为密切。区内发育的多金属、铜、金、银、铁矿产也都集中分布于这一狭长地带内。金矿床(点)有: 拾金坡金矿、老金厂金矿、新金厂金矿、金场沟金矿等。

二、金窝子裂陷带(II-2)

该带位于明水—石板井早古生代缝合带以南地区。于泥盆纪(D_2-D_3)弧后盆地形成后, 在初始陆壳基础上, 沿着早期活动的断裂带形成了一系列基底极为起伏不平的伸展断陷盆地。由于引张作用形成了中酸性和中基性火山活动。该裂陷带发育一套上泥盆统金窝子组沉凝灰岩、凝灰质砂岩和浅海相细碎屑岩。金窝子 210 金矿床产于上泥盆统金窝子组火

山碎屑岩中;金窝子金矿床产在侵入上泥盆统金窝子组黑云母花岗闪长岩中。

早二叠世菊石滩期,裂隙带东段和南部火山沉积作用广泛发育,如疙瘩井-红岩井地区,地壳引张作用已开始处于高潮阶段,表现随着双堡塘期的巨厚磨拉石堆积后,形成了流纹岩和玄武岩、安山岩相互交替喷溢的双峰式火山活动产物,厚度达1 000余米。

早二叠世哲斯期,发育粗碎屑砂岩和砂砾岩,结束了盆地的演化历史。由于二叠系的火山-沉积组合范围和火山活动规模远远大于泥盆系的沉积范围和火山活动的规模,因此,左国朝将此裂隙带划为裂隙槽(P)。

三、马庄山-南金山裂隙盆地(Ⅲ-1)

该盆地位于明水-狼娃山岛弧带南缘。东西向的坡子泉北-南金山南断裂带从盆地南部通过,与其平行的和次级断裂在区内极为发育。盆地西部为马庄山金矿所处的火山穹隆区,出露地层为下石炭统白山组中岩组的石英斑岩、流纹斑岩、英安岩、凝灰熔岩、流纹英安质凝灰岩夹凝灰质砾岩、砂砾岩、板岩。南金山金矿位于盆地东部,处于火山沉积洼地区,主要岩性为白山组上岩组的浅变质海相火山碎屑岩(流纹英安质凝灰砂砾岩、砂岩及含海百合茎化石礁灰岩和正常沉积岩夹碳酸盐岩)。由于基底断裂的复活作用形成许多滑塌砾状灰岩,其顶部出现深水硅质沉积。该盆地火山岩赋存次火山岩型金矿床(马庄山金矿)和火山碎屑沉积后热液充填交代型金、银矿床(南金山金矿)。

四、白山-狼娃山裂谷带(Ⅲ-2)

泥盆纪晚期,北山地区南蒙古洋壳已发展到从对接到碰撞阶段,除了东部少数地区仍有洋壳性质的海槽外,大部分地区碰撞隆起形成岛弧带处于板内构造活动。

本区早石炭世火山沉积组合展布于明水-旱山微大陆北缘。根据火山岩组合差异,左国朝划分3条构造岩相带,即南北两侧陆缘带和陆坡火山带及中轴裂谷带^[1](表1-2)。

表 1-2 白山-狼娃山裂谷带早石炭世构造-岩石组合

Table 1-2 Early Carboniferous structure-rock association of Baishan--Langwashan rift zone

	北侧陆缘带	北侧陆坡火山带	中轴裂谷带	南侧陆坡火山带	南侧陆缘带
白山组		安山岩、斜长流纹岩、安山质英安质集块岩、凝灰岩>1 400m	碧玉岩、绿片岩、硅质岩、千枚岩、杂砂岩、玄武岩、枕状熔岩、基性岩、超镁铁岩(蛇绿岩)。> 1 000—5 000m	安山玄武岩、辉石安山岩、砂板岩、硅质岩、流纹岩、集块岩、流纹质熔接凝灰岩。1 500—3 800m	
绿条山组		千枚岩、硅质板岩、千枚状板岩夹大理岩。>700m		千枚岩、硅质板岩、大理岩。799m	
	斜长流纹岩、钙质砂岩、大理岩、砂岩、硬砂岩、砾岩。1 000m				大理岩、条带状大理岩、砾岩。484m

注:资料引自左国朝,1990。

(一) 北侧陆缘带

位于绿条山和碎石山一带,属于早石炭世早期浅水一半深水沉积区。绿条山组沉积韵