

国家三五项目系列丛书

# 中国新疆天山地质 与矿产论文集

何国琦 徐新 主编

地质出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书共收集论文 24 篇,分为基础地质和矿产地质两部分,是“九五”期间国家科技攻关 305 项目天山地区的部分最新研究成果,对指导该区地质与找矿具有重要的理论和实践意义。

本书可供从事地质工作的生产、教学和科研人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国新疆天山地质与矿产论文集/何国琦,徐新主编. -北京:地质出版社,2004.2

ISBN 7-116-03990-2

. 中... . 何... 徐... . 天山-区域地质-文集 天山-矿产-地质调查-文集  
. P562-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 125044 号

ZHONGGUOXINJIANG TIANSHANDIZHI YU KUANGCHANLUNWENJI

---

组稿编辑:王大军 白 铁

责任编辑:王龙生 刘建三

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324579(编辑部)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010)82310759

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张:18.5

字 数:450 千字

印 数:1—800 册

版 次:2004 年 2 月北京第一版·第一次印刷

定 价:70.00 元

ISBN 7-116-03990-2/P·2443

---

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

## 国家三五项目系列丛书编辑委员会

主任：涂光炽 孙 枢

副主任：肖序常 陈毓川 何国琦

委员：（按姓氏笔划）

马映军 马福臣 王宝林 王京彬 王金良

刘益康 孙 枢 孙肇钧 肖序常 李庆昌

吴乃元 何国琦 陈毓川 张良臣 张洪涛

涂光炽 徐 新 范蔚茗

执行委员：徐 新 郝 杰

丛书编辑组：白 铁 王大军 邢瑞玲 沈 镭

郝梓国 余宏权 朱明玉 李凯明

王江海 刘建三

# 总 序

在 20 世纪 80 年代初期,为贯彻党中央提出的国家经济建设重点逐步西移的战略构想,提前为西部大开发作好矿产资源准备,国家专门在新疆设立了国家级地学科技攻关项目。国家计委、国家科委以计科(1985)305 号文批复将新疆地质矿产综合研究列为“七五”国家科技攻关项目,从此“国家三五项目”就成为一个约定俗成而被正式使用至今的名称。

国家 305 项目包括从 1986 年开始实施的一系列国家科技攻关项目,即 75 - 56“加速查明新疆矿产资源的地质、地球物理、地球化学综合研究”、85 - 902“加速查明新疆黄金、有色金属大型矿产资源基地的综合研究”、96 - 915“加速查明新疆优势金属矿产资源及大型矿床的综合研究”和 2001BA609 A07“新疆优势矿产资源勘查评价研究”。

在国家科委(科技部)领导下,国家三五项目由新疆维吾尔自治区人民政府与国土资源部(原地质矿产部)、中国科学院、中国有色金属工业总公司、国家教育委员会(教育部)、原冶金工业部、国家自然科学基金委员会等部门联合实施并提供资金支持,在项目总体设计、攻关队伍的组织、目标管理与过程管理、研究网络的构建和科技经济一体化运行等方面进行了不断的探索和实践。全国 21 个省市、103 个单位、1500 余名科技人员先后参加了科技攻关。至 2000 年,共开展了 24 个课题、262 个专题的研究工作,提交 400 多份研究报告,发表论文 516 篇(国内核心期刊 210 篇、国外刊物 69 篇),出版地质矿产专著 22 部(未含此次出版的系列专著);先后有 40 余项成果获得省(区)部级科学技术进步奖。

国家三五项目在一个地质研究和矿产勘查程度很低的大区域启动,为查明大型矿床成矿的地质背景,在现代大陆地质与成矿学理论指导下,进行了大量的野外调查和室内测试分析,结合运用高精度的地球化学、地球物理、航天航空遥感、计算机数据模拟等现代技术,把新疆地质矿产研究提高到新的水平。15 年地学科技攻关取得的丰硕成果,可以概括为以下几个方面。

在新疆地壳结构与地质演化方面,研究了多期次蛇绿岩、基性 - 超基性杂岩、高压变质岩、不同类型花岗岩、海相与陆相火山岩、广泛发育的富碱岩带和多处深源岩石包体,揭示了新疆古生代洋陆格局变迁和地壳增生过程,提出了陆间洋盆、多块体聚合、显生宙地壳增生、后造山伸展、陆内造山和盆山耦合的“中亚型造山带”演化框架,碰撞后地壳垂向增生在中亚岩石圈演化过程中具有重要意义。多条贯通全区的地球物理综合剖面,初步显示出造山带与盆地的岩石圈、软流圈的结构特征与耦合关系。十多年地学科技攻关表明,新疆及中亚地质构造具有显著的区域特色,其古生代洋陆格局、造山带演化与陆壳增生机制比环太平洋、喜马拉雅 - 阿尔卑斯等世界级造山带更为复杂多样。

在中亚造山带成矿作用方面,初步完成了新疆主要地质和成矿事件年表,揭示中新元古代、早古生代和晚古生代有多次重要成矿期,特别是提出了石炭纪末至二叠纪初存在着大规模的成矿事件。与环太平洋带及特提斯带以中—新生代为主要成矿期不同,中亚造山带以晚古生代为主要成矿时期。大型—超大型矿床多期多阶段富集特征明显,基底的成矿预富集作用对大型—超大型矿床的形成具有重要意义,块体边缘与缝合带是成矿元素大规模聚集的有利场所,古陆壳多次裂解时期和挤压构造的伸展部位有利于大规模成矿物质的聚集。特色矿床类型主要与陆壳裂解伸展作用有关,如基性—超基性铜镍硫化物矿床、海相火山岩有关的块状硫化物矿床、陆相火山岩浅成低温热液金矿床、与含炭碎屑岩有关的穆龙套型金矿床和与富碱岩系有关的稀有(金)矿床等。中亚造山带成矿类型丰富,成矿机制多样,成矿过程复杂,不能被其他造山带成矿模型所涵盖。由此,提出“中亚成矿域”的概念,初步揭示了中亚成矿域的全球构造背景和成矿作用特点,为大陆成矿理论创新提供了条件。

对加速查明新疆矿产资源做出了开拓性的贡献。先后发现和圈定了41条重要矿带、200余处找矿靶区和50多处评价基地,特别是阿尔泰山南缘金多金属矿带、吐拉苏金矿带、天格尔金矿带、察汗萨拉锑银矿带、康古尔塔格金矿带等成矿带的发现更具有开拓性意义。提交科研预测储量(333~334资源量):金895吨、铜镍698万吨、铅锌1080万吨、钾盐2.5亿吨。地球化学研究圈出地球化学单元异常36947个、综合异常2423个,在快速查证中发现数百处可供地勘部门开展工作的普查基地。

与地勘部门合作推进科技成果转化,形成可供开发的大型矿产地10余处,有力地推动了新疆矿业经济的发展,并为矿产普查开辟了广阔前景。在阿尔泰山南缘和东天山—伊犁地区,一系列重要矿产地先后发现和陆续开发,包括多纳那萨依、赛都、萨尔布拉克、萨尔阔布、阔尔真阔腊、康古尔塔格、马头滩、马庄山、望峰、萨日达拉、阿希、伊尔曼得、京西、恰布坎卓它等大中型金矿,喀拉通克、阿舍勒、科克塔勒、黄山、喇嘛苏、土屋等大型有色金属矿床,初步形成两条黄金—有色金属产业带。罗布泊超大型钾盐矿床的发现,是我国继察尔汗钾盐矿之后钾盐勘查的最重要的进展,首选开发的罗北矿区,KCl资源量在2.5亿吨以上,资源保证程度高,卤水可采性好,可生产高质量的硫酸钾,将成为我国的大型钾盐开发基地。

国家三五项目为适应成矿靶区筛选与评价的需要,先后引进和开发了38种矿产勘查新方法、新技术,与常规的技术方法相结合,形成了项目研究方法组合模式和快速评价新技术系列,在“区域选带、带中选段、段中求矿”的连续跟踪、高效勘查中发挥了重要作用。此外,在金属矿采矿选冶技术工艺开发方面有应用实绩,如高纯金属锂试制成功,技术工艺达到世界先进水平;非金属矿产(膨润土、蛭石、高岭土、沸石、地开石等)应用研究和深加工工艺技术开发取得系列成果。

国家三五项目野外工作地区,在新疆的三大山系和戈壁荒漠,环境艰险,有些地方被称之为“生命禁区”。攻关队伍履险如夷,有不少可歌可泣的事迹。在艰苦卓绝的奋斗拼搏中,老一辈地质学家亲自担纲、言传身教,一批青年地质科研人员成长为学术带头人和技术骨干,形成了一支大陆地质科学与中亚成矿域研究的跨世纪人才梯队。根据对62个专题的调查,在读的研究人员210人,培养出硕士87人、博士56人、博士后10人;晋升技术职称的359人,晋升教授、研究员和教授级高级工程师的98人,晋升副教授、副研究员及高级工程师的151人,晋升讲师、助理研究员和工程师的110人。据此推算,总计培养博士、硕士和晋升高技术职称者应在千人以上。

从当今我国西部大开发战略的实施,回顾国家三五项目的科技攻关,人们不能不敬佩我国地质界巨子和国家科技计划决策者的远见卓识。国家三五项目的持续实施,在165万平方公里的广袤国土上成长起一项先导性科技工程,对加速新疆矿产资源勘查、引导矿产资源合理开发产生了重大作用,对促进我国矿产资源接续基地建设、维护我国资源安全将有深远影响。人们不会忘记那些为国家三五项目实施做出过杰出贡献的发起者、组织者和领导者,国家三五项目的成功实施会给他们带来由衷的喜悦和欣慰。对曾经为国家三五项目呕心沥血的先逝者,我们愿以这套系列专著作为对他们的纪念。

即将付梓的系列专著,是国家三五项目1986~2000年研究工作的结晶,是千余名地质科学工作者近20年辛勤劳动和共同奋斗的结果。在编辑委员会领导下,系列专著的撰写者和编审者付出了巨大的辛劳,积锲而不舍之功,完成著作15部、论文集3本、图件及说明书3册。其书目如下:《中国新疆地壳结构与地质演化》、《中国新疆优势金属矿产成矿规律》、《中国新疆金矿床》、《中国新疆铜矿床和镍矿床》、《中国新疆铅锌矿床》、《中国新疆稀有及稀土金属矿床》、《中国新疆非金属矿床》、《中国新疆花岗岩》、《中国新疆地壳演化主要地质事件年代学和地球化学》、《中国新疆北部富碱火成岩及其成矿作用》、《中国新疆阿尔泰山成矿带矿床地质、成矿规律与技术经济评价》、《中国新疆地质概要》、《中国新疆区域成矿作用年代学》、《中国新疆南部(青藏高原北缘)盆山构造及其演化》、《中国新疆阿尔泰山—准噶尔—天山地学断面综合探测与研究》、《中国新疆阿尔泰山地质与矿产论文集》、《中国新疆天山地质与矿产论文集》、《中国新疆昆仑—阿尔金地质与矿产论文集》、《中国新疆及邻区大地构造图》及说明书、《中国新疆天山—塔里木—昆仑山地学断面》及说明书、《中国新疆阿尔泰山—准噶尔—天山地学断面》及说明书。

系列专著的出版,得力于国家科技部、新疆维吾尔自治区人民政府、中国科学院、国土资源部等部门的鼎力支持,也得到有关方面专家、学者的热诚关怀。在此,一并表示衷心的感谢。

国家三五项目系列丛书编辑委员会

2003年3月20日

# 前 言

天山是位于亚欧大陆腹地的一条跨越多国的雄伟山系,东西向绵延超过2500km。天山是一条性质独特、形成和演化过程非常复杂的山系。中亚地区的多个古岩石圈板块的相互作用造就了古生代天山造山带,并聚集了丰富的矿产资源,造山带形成后又经历了中生代长期的剥蚀、夷平和新生代的强烈再造山改造。天山独特的造山作用过程和丰富的矿产资源一直受到国内外地质学界的广泛关注。

在中国,天山的地质研究经历了早期的路线地质考察、中华人民共和国成立后系统的区域地质调查和始于20世纪80年代后期的多项专题研究。从1986年开始的国家科技攻关305项目是其中一项规模最大、系统性最强的研究,已连续执行了“七五”、“八五”、“九五”3个五年计划,“十五”仍在继续进行。在整个攻关过程中,天山始终是国家305项目的重点地区,本文集主要反映的是国家科技攻关305项目“九五”期间天山地区的部分研究成果。

本文集共收录论文24篇,分为基础地质和矿产地质两大部分。基础地质研究方面的论文共12篇,其中,涉及天山整体构造分区和演化的论文3篇;有6篇专题性研究论文的内容分别涉及了天山某个区带的地层、深成岩、火山岩和麻粒岩等。基础地质研究论文,虽说是反映国家305项目“九五”期间所获得的成果,但就基础地质研究而言,这些论文同时也是各位作者在多年的研究中所积累的心得;更可贵的是,这些论文中的许多观点和野外资料、实验数据都是第一次发表。在高寒的西南天山地区,遥感技术在地质与找矿研究中发挥了重要作用,本文集中有两篇论文反映了这方面的成果。天山地区的地球物理研究在国家“305”项目实施期间已有了相当规模的开展,成果反映在一批已公开发表的论文和即将出版的专著中。本文集只收录了1篇这方面的成果,题目是:新疆克拉玛依-库车的地震探测与地壳上地幔构造特征。遥感与地球物理研究的论文共3篇,也列入基础地质篇。

矿产地质方面的论文共12篇,涵盖了除东天山土屋-延东铜矿带以外的几乎整个天山(包括北山)地区的成矿带,内容十分丰富;充分反映了国家305项目天山矿产地质研究中所取得的丰硕成果。其中有关于我国首例穆龙套金矿床——萨瓦亚尔顿金矿床的同位素地球化学研究成果;有关于浅成低温热液型吐拉苏-也里莫墩金矿和若干韧性剪切带型金矿的研究成果;还有铜、铅锌、铁锰等多种不同类型矿床的研究成果。大多数论文中将成矿作用本身的研究与成矿地质环境的研究相结合,尽量采用先进技术方法,探讨成矿模式,提出成矿远景分析,达到了较高水平,为天山地区进一步的矿产地质研究和取得更大的找

矿工作突破,提供了良好基础。

编者认为,目前在天山地质矿产研究方面存在以下紧迫问题,在这里冒昧地提出来,供同行们参考。

(1) 天山板块构造分区的基础在于如何认识与古生代天山形成过程有关的岩石圈板块。其中,尤其对哈萨克斯坦-准噶尔板块的认识分歧较大。本文集的第一篇文章对这个问题做了些初步讨论,应该说还只是提出了希望引起同行们关注的问题。

(2) 目前对北天山晚古生代构造-岩浆-成矿带的性质存在着两种截然不同的认识:一种意见认为,在喀拉麦里或艾比湖-沙泉子,发育有晚古生代大洋(即所谓的北天山洋或准噶尔洋)和随后的洋壳俯冲作用,因此,将准噶尔周边地区的晚古生代构造-岩浆带解释为岛弧、陆缘弧和弧后、弧间盆地的性质;另一种意见强调准噶尔周边地区的陆壳增生过程于早古生代晚期已经基本完成,晚古生代阶段这里无大洋发育,认为“北天山洋”是巴尔喀什-准噶尔残留洋的一部分,因此,北疆晚古生代构造-岩浆带形成于加里东造山作用后的伸展阶段,属于上叠性质,即裂谷或上叠的火山-沉积盆地。不同意见的讨论不仅有助于地壳演化理论问题的深化,而且也有助于提高对北疆内生成矿作用环境和找矿预测方向的认识。

要解决上述问题,首先应从宏观上着眼,求得北疆和周边地区地质构造的正确对比和连接;然后,根据岩石组合的性质、时代和区域变质、变形程度的综合分析,查清北天山的陆壳增生过程是完成于一个阶段,还是完成于性质不同的两个或多个阶段?基于以上两方面的研究所得到的框架,有可能为各种先进技术方法和理论、模式的运用提供可靠的基础。

(3) 许多研究天山的学者,都注意到了我国天山东、西段之间的差别。本文集对引起东、西段差别的原因做了初步的探讨,但仍需要进行更系统的深入研究。此外,天山还发育有呈等间距分布的南北向构造带,即文献中已有所讨论的所谓“非天山”或“反天山”构造,鉴于这类构造在控制矿产分布方面的重要意义,对于它们的本质和特征也需要作进一步的研究。

本文集在编辑、出版过程中,编者深感各位作者的热情支持,在这里我们对各位作者谨表敬意。对各位初评专家的严格把关和出版单位认真、细致的工作表示诚挚的谢意!北京大学地球与空间科学学院王时麒教授为本文集的编辑和出版做了大量工作。本文集只是系列文集和专著中的一本,因此在内容上不免有一定局限性。编者衷心希望它成为一个实实在在的“脚印”,能将众多学者在献身西部大开发的事业中所取得的部分成果忠实地记录下来。

编者

2003年5月

# 目 录

|                                       |  |     |         |
|---------------------------------------|--|-----|---------|
| 关于中国天山的板块构造分区问题——兼论哈萨克斯坦板块.....       | 何国琦                                      | 徐 新 | ( 1 )   |
| 天山板块构造分区的古生物地理证据.....                 | 何国琦                                      | 徐 新 | ( 13 )  |
| 南天山东段古洋盆的形成与消亡.....                   | 姜常义 穆艳梅 吴文奎 赵晓宁                          | 张蓬勃 | ( 21 )  |
| 西南天山大地构造框架与早石炭世火山活动.....              | 朱永峰                                      | 何国琦 | ( 29 )  |
| 新疆北山地质构造演化及成矿特征.....                  |  | 周松林 | ( 40 )  |
| 克拉麦里-哈尔里克造山带的前碰撞花岗岩和后碰撞侵入岩组合<br>..... | 顾连兴 胡受奚 褚 强 张遵忠 吴昌志 于春水                  | 王 硕 | ( 48 )  |
| 天山东段尾亚和榆树沟麻粒岩及其韧性变形.....              | 舒良树 马瑞士 王赐银                              | 卢华复 | ( 66 )  |
| 新疆鄯善底坎儿西南觉洛塔格北坡天然气管道槽地层剖面研究.....      |  | 刘冠邦 | ( 80 )  |
| 新疆哈尔克山地区逆冲推覆构造系统分析.....               | 赵福岳                                      | 张瑞江 | ( 93 )  |
| 新疆哈尔克山地区侵入岩类遥感地质特征 .....              | 张瑞江                                      | 赵福岳 | ( 102 ) |
| 利用遥感技术对西南天山几个典型矿床的成矿远景分析 .....        |  | 刘 刚 | ( 119 ) |
| 新疆克拉玛依—库车的地震探测与地壳上地幔构造特征<br>.....     | 姜 枚 魏素花 宿和平 董英君 G. Poupinet Edi Kissling |     | ( 125 ) |
| 喇嘛苏-科古琴地区区域成矿规律与成矿模式 .....            | 彭省临 王 核 赖健清                              | 邵拥军 | ( 134 ) |
| 喇嘛苏铜矿床地质特征及成因初探 ...                   | 赖健清 彭省临 邵拥军 王 核                          | 毛政利 | ( 144 ) |
| 新疆达坂城矿带铜、金成矿地质环境与成矿体系 ...             | 郇今敖 莫江平 顾连兴                              | 彭晓明 | ( 158 ) |
| 新疆达坂城铜矿成矿模式 .....                     | 莫江平 彭晓明 郇今敖                              | 王正云 | ( 165 ) |
| 南天山铜、铅锌矿床成矿条件及靶区评价 .....              | 蔡宏渊                                      | 邓贵安 | ( 171 ) |
| 新疆霍什布拉克铅锌矿床地质地球化学特征 .....             | 邓贵安                                      | 蔡宏渊 | ( 179 ) |
| 新疆三岔口铜矿床流体包裹体特征及成矿物理化学条件<br>.....     | 孙 燕 唐菊兴                                  | 慕纪录 | ( 187 ) |
| 西天山吐拉苏-也里莫墩金成矿带简述<br>.....            | 田昌烈 毋瑞身 沙德铭 贾 斌 漆树基 王永新 张伟博              |     | ( 193 ) |
| 新疆莫托萨拉铁锰矿中含铁硅质岩的特征及其形成机制<br>.....     | 覃志安 朱恺军 姚国龙                              | 陈新邦 | ( 208 ) |

东天山康古尔塔格金铜矿带成矿规律与成矿预测

..... 张连昌 姬金生 杨兴科 曾章仁 王 磊 沈远超( 220)

我国首例穆龙套型金矿床——萨瓦亚尔顿金矿床的同位素地球化学特征

..... 郑明华 刘家军 龙训荣 张寿庭 宋谢炎( 230)

韧性剪切带型金矿特征及找矿模式——以新疆萨日达拉金矿为例

..... 王居里 刘养杰( 246)

附录 1 国家三 五项目“七五”、“八五”、“九五”期间项目委员会、

专家委员会名单 ..... ( 253)

附录 2 国家三 五项目专题承担单位和主要研究人员 ..... ( 256)

# 关于中国天山的板块构造分区问题 ——兼论哈萨克斯坦板块

何国琦<sup>1</sup> 徐新<sup>2</sup>

(1. 北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京 100871;  
2. 新疆资源环境研究中心, 乌鲁木齐 830000)

**摘要** 天山的形成过程涉及了多个不同来源的岩石圈板块之间的相对活动, 由此产生了明显的分段性和形成过程的不均衡性。本文在回顾天山板块构造分区研究史的基础上, 重点阐述与天山形成关系密切, 而目前在学者中间分歧见解又较多的哈萨克斯坦板块问题。哈萨克斯坦板块的西南部(现代方位)从至少在距今 10 亿年, 已存在了规模不亚于塔里木板块的哈萨克斯坦-北天山(中国境外)-伊犁古陆块; 同时, 准噶尔盆地可能是哈萨克斯坦板块中另一个较大的古陆块。文中认为, 这两个古陆块在哈萨克斯坦板块的构造演化过程中起着很重要的作用, 以它们为核心, 加上其古生代增生边缘, 可分别称为哈萨克斯坦-北天山-伊犁亚板块和准噶尔-巴尔喀什亚板块; 整体上宜将哈萨克斯坦板块改称为哈萨克斯坦-准噶尔板块。中国的北天山是准噶尔-巴尔喀什亚板块的一部分, 其主体陆壳形成于早古生代晚期, 而晚古生代构造与本文所论证的巴尔喀什-准噶尔残留洋的演化有关; 中国的中天山西段属于哈萨克斯坦-北天山-伊犁亚板块, 东段地块的归属有待进一步研究; 南天山是哈萨克斯坦-准噶尔与塔里木板块相互作用的产物, 南天山洋属于乌拉尔洋的一部分, 而不具弧后盆地性质。

**关键词** 天山 哈萨克斯坦板块 伊塞东运动 残留洋 造山后伸展 上叠构造

## 一、引言

现代的天山雄踞亚洲大陆中部, 西起中亚诸国, 向东经过我国新疆的中部、甘肃, 延伸到蒙古境内, 全长近 3000km。从地质演化的角度看, 天山造山带具有两个特征: 天山是在岩石圈板块汇聚和碰撞拼合中形成的, 但它的形成不是分开的两个板块面对面碰撞的单一旋回过程, 而是涉及了多个岩石圈板块之间的相互作用, 由此产生了它明显的分段性特征和形成过程的不均衡性特征; 现代的天山, 或者说地理意义上的天山, 是中生代晚期以来, 特别是晚新生代时期构造活动的产物, 在现代天山与古生代天山之间, 为一个剥蚀夷平面和稳定构造发展的阶段。天山晚新生代的构造活动虽然强烈, 但并没有产生新的岩石圈板块边界, 应属于板内构造作用范畴, 因此, 多数学者称其为再生造山作用, 至今, 它的机理和动力学过程还在研究当中。再生造山作用在总体上继承了古生代天山的构造格局, 但也不尽然。这样, 地质历史中的天山, 或地质意义的天山和地理意义的天山并不完全一致。

基于以上的认识, 本文主要探讨天山造山带在新元古代—古生代的形成过程中都涉及了哪些岩石圈板块? 合理的构造分区如何?

## 二、历史回顾

本文将已有的天山板块构造分区方案归纳成两大类。

第一类, 强调艾比湖-沙泉子(黄汲清于 1984 年定名为天山主干断裂) 断裂带具有板块缝合带的意义, 认为, 位于其北东侧(现代方位, 下同) 的准噶尔板块(性质为洋壳或洋壳加陆壳) 向南俯冲, 并在此过程中形成了南天山弧后盆地; 同时, 伊犁地块和卡瓦布拉克-星星峡地块(中天山) 从塔里木板块分离出来。这样, 从天山各构造单元的板块构造归属看, 北天山包括艾比湖-沙泉子“缝合带”两侧与俯冲和碰撞造山作用有关的增生带, 分属准噶尔板块和塔里木板块的边缘; 中天山是塔里木板块的一个次级单元; 而南天山缝合带不具有划分板块的意义。换言之, 按照这种方案, 天山造山带的形成是准噶尔与塔里木两个古板块相互作用的结果; 一级板块的分界是艾比湖-沙泉子构造带。属于这一类天山板块构造划分意见的有: 陶钧政等(1981), 张志勇等(1983), 陈哲夫等(1985) 等。

以上意见能给长期以来所形成的北、中、南天山三分的构造方案(即北天山海西优地槽、中天山隆起带和南天山冒地槽) 以简洁的板块构造解释, 同时, 也得到部分地质事实的支持, 而成为影响较大的分区方案。

王作勋等(1990) 在有关天山的专著中, 探讨了新疆天山及邻区板块活动的历史。他们对前人北、中、南天山的三分方案做了如下的板块构造解释: 北、中天山的界线为“中国天山主干断裂”(艾比湖-沙泉子), 中、南天山的界线为中天山南缘断裂; 他们认为, 古新疆板块在寒武-奥陶纪期间, 沿中天山北缘发生过一次分裂和拼合; 中晚志留世南天山弧后盆地形成, 使古新疆板块分裂为北疆板块和塔里木板块, 弧后盆地于早中泥盆世闭合, 再次形成统一的古新疆板块; 早石炭世北天山弧后扩张, 分离出准噶尔板块, 于晚石炭世—早二叠世, 北天山蛇绿岩带所标志的洋盆闭合, 形成缝合带, 准噶尔板块与古新疆板块拼合。按王作勋等的意见, 天山正是在这种“此开彼合”的“手风琴式”的板块活动中形成的。与前述天山板块二分的方案相比, 区别在于: 不存在一个准噶尔洋壳板块, 艾比湖-沙泉子洋盆属于南天山洋闭合过程中向北俯冲所形成的弧后盆地, 暗示其存活的短暂性; 古新疆板块在寒武-奥陶纪期间, 沿中天山北缘发生过一次分裂和拼合, 并以此解释了发育在伊犁地块北东缘早古生代褶皱带, 即所谓的加里东楔的形成。总的看, 王作勋等所提出的方案有更多的合理性, 但仍沿袭了南天山洋为弧后盆地的认识, 本文将它归于第一类。

以马瑞士等(1993) 为代表的划分意见只涉及东天山。他们认为东天山是塔里木和西伯利亚板块之间相互作用的产物; 所建立的造山带演化模式是, 东准噶尔的克拉麦里地区为两个板块的最终缝合带, 因此, 将东天山的北界划在了这里。不难看出, 这个划分意见中没有哈萨克斯坦板块的地位, 而且认为南天山洋属弧后盆地性质。该方案在东天山的地质构造和矿产的研究中有较大的影响。

第二类方案以李春昱等(1982, 1983) 提出的意见为代表。李春昱等在编制 1:800 万亚洲大地构造图时, 将新疆置于更大的背景中去研究, 首次对哈萨克斯坦板块作出了定义。他们认为, 哈萨克斯坦板块北东以克拉麦里-斋桑-额尔齐斯地缝合线与西伯利亚板块相接; 西南以东乌拉尔-南天山地缝合线与东欧、卡拉库姆-塔里木等板块相邻。同时注意到, 哈萨克斯坦板块缺乏古陆核心, 由若干不大的中间地块和其间不同方向的地槽褶皱带组成。因

此,称哈萨克斯坦板块为“中间板块”,以强调它的某种特殊性。如果西伯利亚-哈萨克斯坦-塔里木三个岩石圈板块在晚古生代最终完成拼合的话,南天山缝合线就是包括中、北天山在内的哈萨克斯坦板块和塔里木板块之间的界线了,也就是说,它具有划分板块的意义;其次,晚古生代时期,中、北天山作为哈萨克斯坦板块的一部分,其间的艾比湖-沙泉子构造带的意义就大为降低了。这个划分方案,虽然在细节上有待改进,但在宏观格局的把握上,却是准确的。

肖序常等(1992)提出,新疆北部隶属三个板块:北部属西伯利亚板块、中部为哈萨克斯坦板块,南部属塔里木板块。哈萨克斯坦板块又分成三个单元:即北天山古生代活动陆缘板段、伊犁-中天山陆壳板段(两者之间以中天山北缘大断裂为界)和南天山早-中古生代活动陆缘板段。后者北以中天山南缘断裂与伊犁-中天山陆壳板段相邻;南以南天山缝合线为界,与塔里木板块相接。所谓的南天山缝合线是指霍拉山-额尔宾山晚古生代早期洋壳板片(蛇绿岩带)。显然,肖序常等的意见是前述李春昱等划分方案的细化和发展。

属于第二类的还有张良臣等(1985)的划分方案,认为与天山形成有关的板块有4个,即准噶尔-哈萨克斯坦、西伯利亚、伊犁-伊塞克湖和塔里木板块,并认为艾比湖-干沟断裂具有板块缝合带的意义。此方案中对哈萨克斯坦板块的理解与李春昱等所确定者有所不同。成守德等(1986)在涉及哈萨克斯坦板块的讨论中,采用了上述李春昱等的意见,并首次使用了哈萨克斯坦-准噶尔板块的名称。

综上,第二类构造分区意见认为,天山的形成涉及西伯利亚板块、塔里木板块和哈萨克斯坦三个板块的相互作用,因为它注意到了更大范围的区域构造背景,显然更具有合理性。迄今,学者们对于西伯利亚板块和塔里木板块的认识比较一致,但对于哈萨克斯坦板块的性质、分区和演化历史的认识则多有分歧。因此,为了廓清于古生代晚期形成的天山造山带的范围和分区特征,首先要讨论关于哈萨克斯坦板块的问题。

### 三、关于哈萨克斯坦板块

按前述李春昱等的意见,哈萨克斯坦板块的北东以克拉麦里-斋桑-额尔齐斯地缝合线与西伯利亚板块相接;西南以东乌拉尔-南天山地缝合线与东欧、卡拉库姆-塔里木等板块相邻。这样,哈萨克斯坦板块的范围与俄文文献中使用的乌拉尔-蒙古或中亚-蒙古褶皱区基本相当( ,1998; ,1996);与英文文献中使用的阿尔泰古陆的范围也基本相当(Sengor等,1993)。按国内外多数学者的意见,与哈萨克斯坦板块范围大体相当区域的陆壳,是在西伯利亚-塔里木-华北等克拉通之间的古亚洲洋演化(中元古代—古生代)过程中增生的。但对于古亚洲洋的性质和演化过程的认识,如古亚洲洋始终是一个统一的古洋,还是顺序发生的几个古洋;又如,古洋中是否有规模较大的前寒武纪地块,以及它们在古生代陆壳形成中的作用如何等问题,迄今,存在较大的意见分歧。本文在以下关于哈萨克斯坦板块的讨论中,将涉及这些问题。

#### (一) 关于哈萨克斯坦古陆(哈萨克斯坦-北天山-伊犁亚板块)

图1表示新疆及邻区早古生代晚期板块构造格局的简况。这是一张现位图,因此,它具有一定的局限性;旨在表示作者们对中亚地区形成于不同构造阶段陆壳的分布及其相对于古洋的位置,特别是作者们对哈萨克斯坦板块组成的认识。

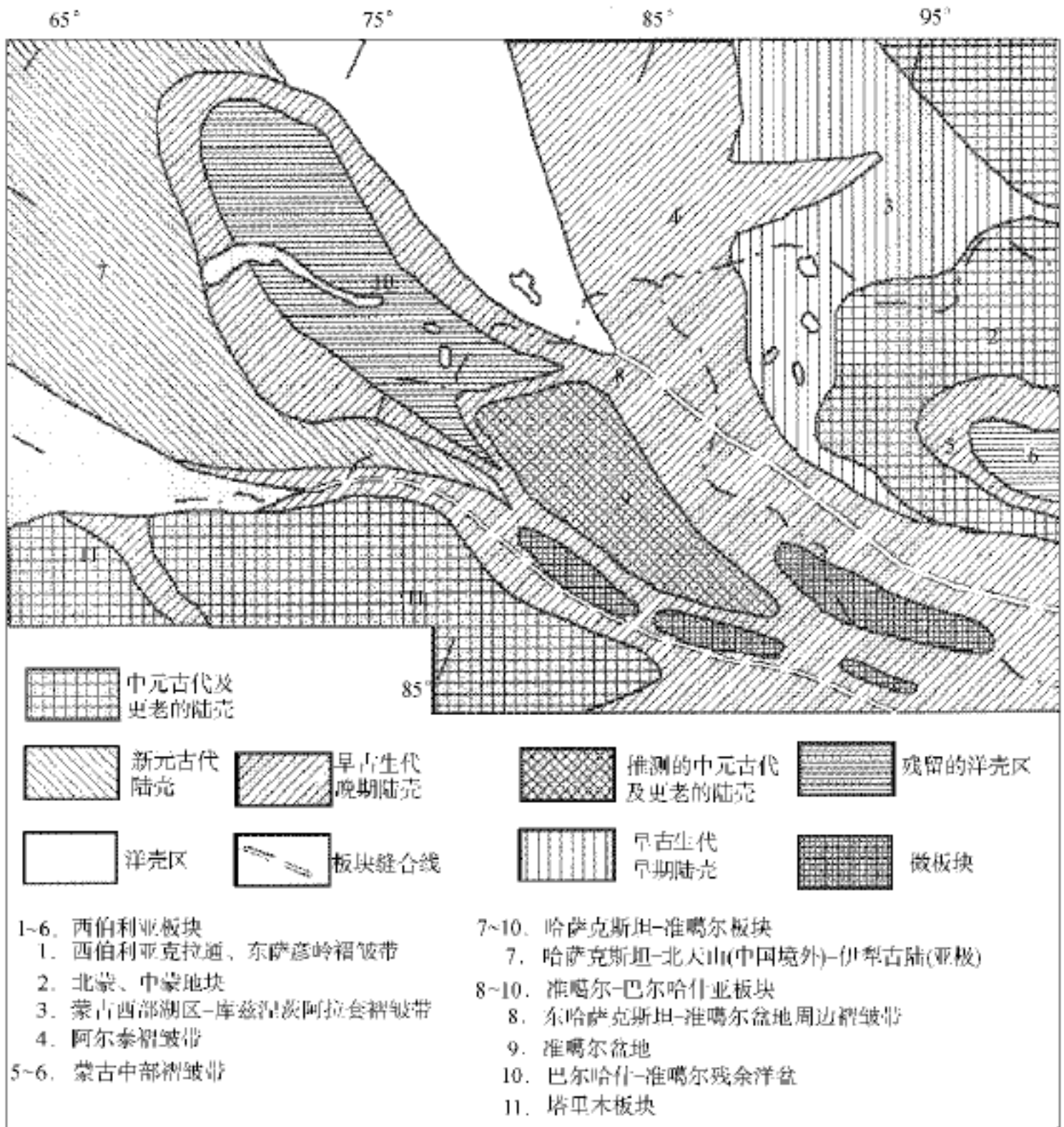


图1 新疆及邻区早古生代晚期板块构造格局简图

Fig. 1 The sketch map showing plate tectonic pattern at the end of Early Paleozoic in Xinjiang and its adjacent areas

哈萨克斯坦-北天山(新疆境外,下同)-伊犁古陆位在哈萨克斯坦板块西和西南部。请读者注意,这里的北天山是指新疆西邻哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦共和国境内的北天山,根据地质构造的延伸,它向东与新疆境内的伊犁地块直接相连,而与中国境内的北天山无关联。

在哈萨克斯坦高地的西部(称中哈萨克斯坦)和南部,具有前寒武纪基底的地块呈较集中分布之势,其中出露面积较大者有北部的卡克切塔夫、乌鲁套、木云库姆和南部的伊犁-伊塞克地块等。对于这些地块何时开始连成一个整体的问题,历来有不同的认识( , 1980)。博格丹诺夫( , 1959)首次提出哈萨克斯坦-北天山为早期固结(早古生代

固结)的中间地块的观点。其意义是,至少从早古生代结束之时起,哈萨克斯坦-北天山作为一个完整的地块就已经存在了。

以下要讨论的问题是,在早古生代以前,哈萨克斯坦-北天山是否曾有过汇聚成为统一古陆的历史?

从哈萨克斯坦地质构造的研究情况看,距今 10 亿 a 左右的格林维尔造山事件在哈萨克斯坦-北天山地区的作用越来越受到重视。最早关于在哈萨克斯坦-北天山存在格林维尔造山事件的观点可追溯到 20 世纪 80 年代。前苏联学者扎依采夫( , 1984) 根据乌鲁套-帖尔斯克伊带的研究结果,确立了时代为 1050 Ma 左右的褶皱造山作用的存在,命名为伊塞东运动(曾在哈萨克斯坦地区生活过的古民族名),并认为可与格林维尔造山运动相比。此后的研究不断丰富和发展了这一观点。扎依采夫推测,经过伊塞东造山运动之后,形成了包括萨彦岭和蒙古高原在内的哈萨克斯坦-天山台地。

基谢廖夫等( , 1988 ) 认为,在 14 亿 ~10 亿 a, 在哈萨克斯坦-中、北天山发育时代和性质均可很好对比的裂陷槽组合,裂陷槽主要沿自南东向北西(现代方位)呈弧形带状分布。裂陷槽组合有:吉尔吉斯斯坦的埃库尔根科里组和别里奇组;乌鲁套的包兹达克系;科克切塔夫的包罗夫系等。裂陷槽组合之上发育碳酸盐岩-碎屑岩组合。在吉尔吉斯斯坦,发现该碳酸盐岩-碎屑岩组合被时代为  $1100 \pm 50\text{Ma}$  的花岗岩所切穿。在吉尔吉斯西段的玛克巴里地块的北缘,在裂陷槽组合之上,以大的角度不整合覆以具有类复里石特征的碎屑岩夹杂色结晶灰岩和白云岩等的盖层,有底砾岩的发育。在玛克巴里地块的南缘有串珠状分布的花岗岩体,其白云母 K-Ar 年龄是 800Ma, 锆石 U-Pb 年龄 1100 ~1300 Ma, 近年又得到 Pb-Pb 等时线年龄 1100 Ma。在萨雷扎斯地块(吉尔吉斯斯坦中天山的东段)发育萨雷扎斯花岗岩基,在接触带的结晶片岩中,获云母的 K-Ar 年龄 900 Ma, 在伊塞克地区的花岗岩中获 -Pb 法年龄为 930 Ma( -Pb 法数据的可靠程度较差)。综上,约距今 14 亿 ~10 亿 a, 在哈萨克斯坦-北天山地区发育裂陷槽组合; 约从 10 亿 a 始, 发育稳定盖层性岩石组合; 两类组合之间发育不整合和时代约 1000 Ma 的、广泛的花岗岩类岩浆活动; 这些都证实伊塞东(格林维尔)造山事件在该区的存在。

据赫拉斯科娃( , 2001) 所综述的资料,在乌鲁套地块的南部(哈萨克斯坦-北天山的中北部),最老的日金系(原岩是分异的火山岩-沉积岩,部分花岗岩化)被花岗岩类岩体切穿,岩体的时代是  $1310 \pm 98\text{Ma}$ ,  $1120 \pm 56\text{Ma}$ ,  $960 \pm 77\text{Ma}$ , 可作为日金岩系年龄的上限。角度不整合盖在日金系之上的阿克塔什组,为酸性火山岩,时代是  $920 \pm 50\text{Ma}$ 。位置更北的卡克切塔夫地块由多个断块组成,总体上这些断块由片岩、片麻岩构成,并广泛发育花岗岩化作用。花岗岩的年代数据有:  $1200 \pm 75\text{Ma}$ ,  $1185 \pm 80\text{Ma}$ ,  $1050 \pm 75\text{Ma}$ ,  $1030 \pm 45\text{Ma}$  (称泽林金系)等,都落在距今约 10 亿 a 的伊塞东(格林维尔)造山阶段中。与乌鲁套地块的情况相似,片岩、片麻岩系之上角度不整合盖着酸性火山岩(库斯伯克组)或碎屑石英岩的盖层(卡克切塔夫系,或安德列耶夫系),时代为距今约 10 亿 a。地块的基底,爱达林片麻岩的时代可能仍属太古宙—古元古代,其上的变余砂质片岩(巴尔巴斯系)中的碎屑锆石给出太古宙—古元古代的年龄。据赫拉斯科娃的意见,阿克套-准噶尔地块老岩系的时代限制在晚前寒武纪是更可信的;认为这里也广泛发育沉积岩-斑岩系( 组)。以上赫拉斯科娃所综述的资料是对基谢廖夫资料的重要补充。

总之,自扎依采夫提出伊塞东运动之后,在哈萨克斯坦-北天山地区存在格林维尔造山

作用的意见得到支持,其分布范围也逐渐明确。如果以裂隙槽组合和时代距今 10 亿 a 左右的花岗岩类岩体的分布范围为依据,大体可以勾画出该造山带的位置。佐年善等( , 1990) 根据北起科克切塔夫、南到吉尔吉斯斯坦山脉,到处都发育的、时代为 1100 ~900 Ma,显示典型盖层特征的纯净石英砂岩判断,至少哈萨克斯坦-天山范围已是统一的稳定陆壳区了;他还强调,该陆壳区的面积并不亚于塔里木地块。

哈萨克斯坦-北天山古陆向东,直接和新疆境内的伊犁地块相连。近年,在伊犁地块南、北缘,反映距今 10 亿 a 左右格林维尔造山事件的记录也有所发现(胡蔼琴等, 2001; 陈义兵等, 1999)。

综上所述,哈萨克斯坦-北天山-伊犁古陆是哈萨克斯坦板块之中较早完成拼合和固结成为整体的部分。1959 年 曾认为,哈萨克斯坦-北天山为早加里东阶段固结的中间地块。后来的研究表明,在更早的、距今约 10 亿 a 的伊塞东(格林维尔)造山事件中已经形成了统一的哈萨克斯坦-北天山-伊犁古陆。该新元古代古陆形成后,经历过加里东阶段的伸展,甚至一定程度的解体作用(形成扎拉伊尔-纳曼和伊什姆构造带),于加里东晚期,再次汇聚和汇聚中发生陆缘的继续增生事件。考虑到该区中元古代的构造带已显示出某种统一的构造格局,本文倾向认为,该古陆形成的时间很可能还要更早,但这需要进一步研究。

哈萨克斯坦-北天山-伊犁古陆与塔里木古陆的关系如何? 出露在塔里木盆地西北缘柯坪地区的阿克苏(岩)群是一套原岩以基性火山岩为主的火山岩-泥质碎屑岩组合,已变质成为各类片岩,局部出现含磁铁矿硅质岩、钙质片岩和蓝闪石片岩。阿克苏群之上被时代依据确切的震旦纪地层所不整合覆盖,下未见底。关于蓝片岩的时代曾有过不同的研究结果,经“305”专题重做的蓝片岩 Rb-Sr 等时线年龄为  $962 \pm 12$  Ma,认为接近其变质的时代。以上事实说明在距今约 10 亿 a,哈萨克斯坦-北天山-伊犁和塔里木古陆之间可能曾发生过某种汇聚作用。这个认识支持 Khain 等近来在讨论中亚在 Rodinia 古陆复原问题的文章中,将哈萨克斯坦-北天山和塔里木划在一起的意见。Khain 等(Khain 等, 2003)称这个古陆为哈萨克斯坦-塔里木地块,并认为是由时代为距今 18 亿 ~19 亿 a 的变质岩系和花岗岩类岩体构成的连续陆壳。对以上的认识,需要用古地磁研究予以检验。

## (二) 东哈萨克斯坦和准噶尔地区(准噶尔-巴尔喀什亚板块,见图 1)

哈萨克斯坦-北天山-伊犁古陆以东和以北地区,地理上是东哈萨克斯坦和我国新疆的准噶尔盆地及其周边地区(东、西准噶尔和中国的北天山)。

与上述哈萨克斯坦-北天山-伊犁古陆区不同,这里主要由古生代的褶皱带和中新生代盆地区相间组成,因盆地的多角或浑圆的轮廓,整体上显示出明显的镶嵌构造特征。前寒武纪岩系在古生代褶皱带,如成吉斯-塔尔巴哈台-阿尔曼泰和中国的北天山褶皱带中,只有零散出露;而在大面积中新生代掩盖区,前寒武纪岩系是否存在,只能依靠地球物理等间接手段予以推断。

东哈萨克斯坦和准噶尔地区的北东,以斋桑-额尔齐斯-南蒙古线性特征明显,而且延伸很长的晚古生代褶皱带为界,与西伯利亚板块分开。在该褶皱带中保存大量的蛇绿岩、陆缘和碰撞造山组合,充分说明它们是在同名的古生代洋盆(继承和部分新生的)演化的基础上发展形成的( , 1993; , 1995; 何国琦等, 2001a)。

在准噶尔-巴尔喀什亚板块范围内,中新生代盆地的面积超过了古生代褶皱带的分布面积。至今,对于掩盖区基底的性质仍处于推测阶段,这大大影响了对这一地区构造性质和演

化历史的判断。规模比较大的盆地有两个：一个是我国新疆北部的准噶尔盆地；另一个是东哈萨克斯坦的巴尔喀什湖和阿拉湖一带的盆地。关于准噶尔盆地基底的时代和性质历来有三种不同的意见：一种认为是前寒武纪结晶基底；另一种认为具有古生代褶皱基底（或是古生代褶皱基底之下还有前寒武纪结晶基底的所谓双重基底的认知）；第三种意见认为具有古生代洋壳基底。近些年来，关于准噶尔盆地基底性质和时代问题有以下两方面的研究：地球物理方面有地学断面和地震层析的结果（袁学诚等，1994；赵俊猛等，1999）；在石炭纪火山岩（钻孔揭露）的岩石化学和地球化学方面也做了较为系统的工作（王方正等，2002；曾广策等，2002；郑建平等，2000）。这些工作都积累了宝贵资料，但仍难以对准噶尔盆地基底的问题做出最后的判断。本文暂接受准噶尔盆地具有前寒武纪基底的认知，但也充分理解问题的复杂性。

近年的研究表明，准噶尔盆地周边断续分布着早古生代的蛇绿混杂岩带和相关的陆缘沉积-火山岩组合。前人已经根据这些资料作出了关于在成吉斯-塔尔巴哈台-阿尔曼泰、唐巴勒-洪古勒楞、博罗霍洛和中天山北缘等地区存在早古生代褶皱带的结论（ ，1989；肖序常等，1992；车自成等，1994）。本文作者之一也曾著文，强调早古生代陆壳增生作用在准噶尔盆地周边地区的重要意义（何国琦等，2001b）。如果准噶尔盆地周边地区的陆壳增生过程在早古生代阶段已经完成，那么在该地区，包括东、西准噶尔和中国的北天山（依林哈比尔嘎、博格达和觉罗塔格等构造带）充分发育的泥盆-石炭-二叠纪的火山-沉积岩组合和相伴的深成岩类岩体形成的构造环境是什么？现在关于这个问题存在着截然不同的两种意见。一种意见基于在克拉麦里（马瑞士等，1993）或艾比湖-沙泉子发育有晚古生代大洋（即所谓的北天山洋或准噶尔洋）和随后的洋壳俯冲作用的认识，将准噶尔周边地区的晚古生代构造-岩浆带解释为岛弧、陆缘弧和弧后、弧间盆地的性质；另一种认识的基础是，强调准噶尔周边地区的陆壳增生过程于早古生代完成后，晚古生代属于加里东造山作用后的伸展阶段；泥盆-二叠纪的构造属于上叠性质，即裂谷或上叠的火山-沉积盆地，它们的发育与主体位在东哈萨克斯坦的残留洋（见下）也有一定联系（何国琦等，1994；顾连兴等，2000；夏林圻等，2002）。

由上可见，如何认识发育在东哈萨克斯坦和准噶尔盆地周边地区的晚古生代洋盆的性质，对于判断与之相关的构造-岩浆带的属性是一个关键。本文在东哈萨克斯坦和我国准噶尔盆地周边区域地质构造对比的基础上，提出该区发育过一个范围相对局限的晚古生代残留洋盆，拟称之为巴尔喀什-准噶尔残留洋盆。在东哈萨克斯坦，它被一个呈马蹄形的早古生代（加里东）古陆所环绕。马蹄形古陆的北东（现代方位）部分是成吉斯-塔尔巴哈台加里东褶皱带，北、西和南三面是哈萨克斯坦-北天山-伊犁早古生代古陆。本文感兴趣的是巴尔喀什-准噶尔残留洋与北疆地质构造的关系问题。从图1可以看出，在北疆，它被准噶尔古陆及其早古生代向西增生的陆缘褶皱带（唐巴勒-洪古勒楞）所阻隔，并以一个规模不大的海湾形式，通过艾比湖一带延伸到乌鲁木齐附近，然后，与博格达和觉罗塔格裂隙槽相接。这样，巴尔喀什-准噶尔残留洋盆在北疆境内也被早古生代陆壳所完全包围了。本文认为，晚古生代中亚地区不被陆壳完全围限的大洋只有两个，一个是斋桑-额尔齐斯-南蒙古洋；另一个是南天山洋。这两个古洋可能都与乌拉尔乃至其他世界性古洋相连。而巴尔喀什-准噶尔残留洋则完全被陆壳所环绕，且不与以上两个同时代存在的大洋相连（当然，完全不排除其间海水交换的可能性）。巴尔喀什-准噶尔残留洋盆原来的形状和大小有待系统的古地磁