



中国地质调查局专报

新疆地壳演化及 优势矿产成矿规律研究

XINJIANG DIQIAO YANHUA JI YOUSHIKUANGCHAN CHENGKUANGGUILU YANJIU

董连慧 主 编

祁世军 成守德 副主编



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

新疆地壳演化及优势矿产

XINJIANG DIQIAO YANHUA JI YOUSHIKUANGCHAN

成矿规律研究

CHENGKUANG GUILU YANJIU

编写单位：新疆维吾尔自治区地质矿产研究所

主 编：董连慧

副 主 编：祁世军 戚守德

编 写 人：戚守德 王德林 祁世军 王庆明 屈 迅 高 鹏

提交单位：新疆维吾尔自治区地质矿产研究所

提交时间：2008 年 5 月

图书在版编目(CIP)数据

新疆地壳演化及优势矿产成矿规律研究/董连慧主编. —武汉:中国地质大学出版社,2009.12
ISBN 978 - 7 - 5625 - 2317 - 8

- I . 新…
- II . 董…
- III . ①地壳-大地演化-研究-新疆②成矿规律-研究-新疆
- IV . P548.245 P617.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 162580 号

新疆地壳演化及优势矿产成矿规律研究		董连慧 主编
责任编辑:王凤林		责任校对:陆慧琴
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)		邮政编码:430074
电话:(027)67883511	传真:(027)67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店	http://www.cugp.cn	
开本:787mm×1 092mm 1/8	字数:600 千字	印张:14 图版:72
版次:2009 年 12 月第 1 版	印次:2009 年 12 月第 1 次印刷	
印刷:武汉新华印刷厂	印数:1 - 2 000 册	
ISBN 978 - 7 - 5625 - 2317 - 8		定价:198.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

在《中欧亚岩相—古地理、构造、复原和地质生态图集》编制的基础上(简称第一阶段编图),2001年1月,由哈萨克斯坦自然资源部提出倡议,建议在“第一阶段”工作的基础上,沿用原来的组织方式,继续编制大地构造、矿产等系列图件,即所谓的第二阶段编图,并邀请我国继续参加。

2002年6月中欧亚八国合作编图(第二阶段编图)项目工作会议在吉尔吉斯斯坦的伊塞克湖召开,并确定正式启动第二阶段编图工作。

2003年,中国地质调查局下达的《我国与中欧亚七国合作地质编图》工作项目属“中国大陆周边地区主要成矿带成矿规律对比及潜力评价”计划项目,任务书编号:科[2003]007—05。工作项目编码:1212010561505,工作性质:综合研究,工作起止时间:2003年1月—2005年12月,实施单位:中国地质调查局发展研究中心。承担单位:新疆地质调查院承担,参加单位:中国地质调查局发展研究中心。该研究报告主要由董连慧(项目负责)、连长云(负责矿产地数据库建立)、成守德(负责基础地质及大地构造等图件编制)、祁世军(负责阿尔泰山造山带成矿区划及预测图编制)、王庆明(负责矿产及泥盆纪成矿图编制)、宋志齐(负责有关统一图例、图式的俄文翻译,晚志留世成矿图编制)、吴绍祖(负责三大沉积盆地地层柱状图编制)、屈迅(负责震旦纪、早寒武纪成矿图及天山、阿尔泰山四条地层柱状图编制)、王德林(负责新疆矿产图、成矿区划和预测图、奥陶纪成矿图编制)、彭希龄(负责油、气资源及有关图件编制)、周守灏(负责石炭纪、白垩纪成矿图及天山成矿区划及预测图编制)、辛恒广(负责早二叠纪、晚三叠纪、中侏罗纪成矿图编制)、刘斌和吕明松(负责地质生态图的编制)。统稿由董连慧、成守德、王庆明、刘斌、祁世军等人完成;所有图件的数字化由新疆地质矿产研究所、新疆地质矿产勘查开发局第二区域地质调查大队和物化探大队等完成。2006年12月21日,中国地质调查局发展研究中心在北京组织专家对该项目成果报告进行了评审,并给予良上级评价。

2007—2008年,由新疆地质矿产勘查开发局出资委托新疆地质矿产研究所实施了《新疆地壳演化及优势矿产成矿规律研究》项目(编号:XJQDKW2006—02)。该项目是在《我国与中欧亚七国合作地质编图》(中国新疆部分)除地质生态图外的所有成果基础上,按照我国现行地质矿产规范要求,自成体系,对已有成果进行修改补充完善,充分体现了现阶段新疆地质矿产研究所取得的基础成果资料及研究水平。

《新疆地壳演化及优势矿产成矿规律研究》是以全球构造活动论的板块构造理论为指导思想,以大地构造相为基础,采用了区域成矿学理论为主的多观点、多学科、多方法的综合研究手段,突出烃、煤、贵金属、有色金属、稀有金属等重要矿种,从研究重要成矿区带成矿规律和主攻矿床类型入手,以成矿地质事件和成矿作用为核心,在综合分析和研究成矿地质背景和成矿规律的基础上,充分利用中欧亚合作编图的大好时机,借鉴中欧亚大型—超大型矿床成矿地质背景和成矿规律研究,通过系列图件的编制,利用计算机和GIS技术,建立空间数据库,合理圈定成矿区带及找矿靶区,指出找矿方向。

最终目的—是提高新疆的地质矿产研究程度,为今后大调查项目的部署提供资料;二是服务于国家“两种资源,两个市场”的矿产战略。

取得主要成果:

(1)以新疆优势矿产为重点,选择了主要含矿层位的14个断代,编制了14个断代的1:5 000 000成矿图,反映了新疆主要沉积、层控矿床时空分布规律及其成矿环境。

(2)编制了全疆1:2 500 000地质图、大地构造图,着重反映了造山带不同构造阶段,不同地球动力学环境下所形成的不同沉积建造及岩浆建造,为区域成矿分析、对比研究提供了基础地质背景资料。

(3)以大地构造图为底图,编制了全疆1:2 500 000成矿区划图、主要金属矿产预测图;对地质矿产研究程度较高的阿尔泰山、天山造山带,编制了大地构造相图;以大地构造相图为底图,编制了阿尔泰山、天山造山带1:1 000 000成矿区划及预测图。全面系统地反映了新疆矿产资源的总体分布格局及成矿区带的划分。

(4)对阿希金矿、土屋—延东铜矿、喀拉通克铜镍矿、阿舍勒铜矿4个重要的典型矿床进行了成矿模式研究,并编制了成矿模式图,为进一步部署找矿工作及与周边国家的对比研究提供了基础资料,为寻找大型—超大型矿床提供了科学依据。

(5)编制了7张全疆主要造山带及三大含油盆地地层柱状图,为新疆地层划分及含矿层位的对比研究,提供了依据。

(6)对新疆三大含油气盆地(塔里木、吐—哈、准噶尔)的油气分布规律进行了研究,编制了各盆地油气分布规律图、地

震剖面图,指出了新疆油气资源进一步勘探的方向。

(7)初步建立了中欧亚矿产地数据库,为进一步研究成矿规律及成矿特征的对比分析提供了基础资料。

该研究报告附图 6 张,图集图版 72 张,文字约 37 万字。在编制中我们得到了国土资源部,中国地质调查局,中国地质调查局发展研究中心,中国地质科学院彭齐鸣、肖序常、肖庆辉、谭永杰、卢明杰、连长云等领导和专家及新疆地质矿产勘查开发局、新疆地质调查院、新疆地质矿产研究所领导和专家的大力支持和指导,在此我们表示衷心的感谢。由于编图经验不足、水平有限,难免会有错误之处,恳请批评指正。

编 者

2008 年 5 月

目 录

第1章 总 论	(1)
1.1 立项依据	(1)
1.2 目标任务及预期成果	(1)
1.3 研究程度	(1)
1.4 基本观点及新疆构造位置的重要性	(2)
1.4.1 基本观点	(2)
1.4.2 新疆在全球构造中的位置及重要性	(2)
第2章 新疆大地构造基本特征及发展演化	(3)
2.1 新疆大地构造图编图说明	(3)
2.1.1 编图目的	(3)
2.1.2 编图原则	(3)
2.1.3 新疆大地构造图图面反映的主要内容	(3)
2.2 主要构造单元的划分	(4)
2.2.1 划分原则	(4)
2.2.2 主要构造单元的含义	(4)
2.2.3 各构造单元的主要特征	(5)
2.3 深部地球物理剖面	(11)
2.3.1 综合解释的基础	(11)
2.3.2 主要构造单元的地壳、岩石圈结构、构造特征	(11)
2.4 新疆地壳的发展与演化	(13)
2.4.1 大陆基底的形成与演化	(13)
2.4.2 亚洲北大陆和古亚洲洋的形成与演化	(13)
2.4.3 特提斯洋的演化与盆山构造格局的形成	(14)
第3章 新疆主要含矿层位	(15)
3.1 震旦(文德)纪	(15)
3.1.1 概述	(15)
3.1.2 主要成矿特征	(15)
3.1.3 控矿因素	(15)
3.2 早寒武世	(15)
3.2.1 概述	(15)
3.2.2 矿产分布及主要成矿特征	(15)
3.2.3 控矿因素	(16)
3.3 早—中奥陶世	(17)
3.3.1 概述	(17)
3.3.2 矿产分布特征	(17)
3.3.3 主要成矿特征及控矿因素	(17)
3.4 晚奥陶世	(18)
3.4.1 概述	(18)
3.4.2 主要成矿特征及控矿因素	(18)
3.5 晚志留世	(19)
3.5.1 概述	(19)
3.5.2 矿产分布特征	(19)
3.5.3 主要成矿特征及控矿因素	(19)
3.6 早—中泥盆世(洛霍考夫期—艾费尔期)	(20)
3.6.1 概述	(20)
3.6.2 矿产分布特征	(20)
3.6.3 主要成矿特征及控矿因素	(20)
3.7 中—晚泥盆世(吉维期—费拉斯期)	(21)
3.7.1 概述	(21)
3.7.2 矿产分布特征	(21)
3.7.3 主要成矿特征及控矿因素	(21)
3.8 晚泥盆世(法门期)	(22)
3.8.1 概述	(22)

3.8.2	矿产分布特征	(22)
3.8.3	主要成矿特征及控矿因素	(22)
3.9	早石炭世(维宪期—谢尔普霍夫期)	(23)
3.9.1	概述	(23)
3.9.2	矿产分布特征	(23)
3.9.3	主要成矿特征及控矿因素	(23)
3.10	上石炭世(巴什基尔期—莫斯科期)	(24)
3.10.1	概述	(24)
3.10.2	矿产分布特征	(24)
3.10.3	主要成矿特征及控矿因素	(25)
3.11	早二叠世	(26)
3.11.1	概述	(26)
3.11.2	矿产分布特征	(26)
3.11.3	主要成矿特征及控矿因素	(26)
3.12	中三叠世	(28)
3.12.1	概述	(28)
3.12.2	矿产分布特征	(28)
3.13	中侏罗世	(29)
3.13.1	概述	(29)
3.13.2	矿产分布特征	(29)
3.13.3	主要成矿特征及控矿因素	(29)
3.14	晚白垩世(土仑晚期—坎潘期)	(31)
3.14.1	概述	(31)
3.14.2	矿产分布、主要成矿特征及控矿因素	(31)
第4章	新疆大地构造环境及含矿特征	(32)
4.1	新疆造山带构造演化序列的建立	(32)
4.2	新疆大地构造相的划分及含矿特征	(33)
4.2.1	离散背景下的大地构造环境及含矿特征	(33)
4.2.2	汇聚背景下的大地构造环境及含矿特征	(33)
4.2.3	碰撞背景下的大地构造环境及含矿特征	(34)
4.2.4	后造山—非造山背景下的大地构造环境(陆内造山)的含矿特征	(34)
第5章	新疆主要造山带和含油盆地成矿区划及预测	(35)
5.1	天山造山带	(35)
5.1.1	地质特征	(35)
5.1.2	矿产分布特征	(37)
5.1.3	成矿区带的划分和主要特征及控矿因素	(37)
5.1.4	区域找矿方向	(46)
5.1.5	主要预测区的圈定及依据	(46)
5.2	阿勒泰造山带	(47)
5.2.1	地质特征	(47)
5.2.2	矿产分布特征	(48)
5.2.3	成矿区带的划分和主要特征及控矿因素	(49)
5.2.4	区域找矿方向	(51)
5.2.5	主要预测区的圈定及依据	(51)
5.3	塔里木盆地	(52)
5.3.1	地质特征	(52)
5.3.2	构造特征与单元划分	(53)
5.3.3	控矿因素	(53)
5.3.4	矿产分布特征	(54)
5.3.5	前景预测	(54)
5.4	准噶尔盆地	(54)
5.4.1	地质特征	(54)
5.4.2	构造特征与单元划分	(55)
5.4.3	控矿因素	(55)
5.4.4	矿产分布特征	(56)
5.4.5	前景预测	(56)
5.5	吐哈盆地	(56)
5.5.1	地质特征	(56)
5.5.2	构造特征与单元划分	(57)
5.5.3	控矿因素	(57)

5.5.4 矿产分布特征	(57)
5.5.5 前景预测	(57)
第6章 新疆主要成矿特征及成矿规律.....	(58)
6.1 主要成矿特征	(58)
6.1.1 矿产概述及分布的总体特征	(58)
6.1.2 典型矿床成矿模式	(62)
6.2 成矿规律	(66)
6.2.1 主要矿产在空间上的分布规律	(66)
6.2.2 主要金属矿产具有成带分布、分段集中的规律.....	(68)
6.2.3 主要矿产在时间上的分布规律	(68)
6.2.4 地层、岩相控矿规律.....	(68)
6.2.5 岩浆岩的控矿规律	(69)
6.2.6 大地构造发展演化与地球动力学环境的控矿规律	(69)
6.3 成矿区带的划分及预测区和大型—超大型矿床找矿靶区	(70)
6.3.1 成矿区带的划分	(70)
6.3.2 优势金属矿产预测区及大型—超大型矿床的找矿靶区	(76)
第7章 结 论.....	(80)
附件I 中国新疆维吾尔自治区成矿区划图(1：2 500 000)矿床(点)一览表	(82)
附件II 中国新疆维吾尔自治区主要金属矿产预测图(1：2 500 000)矿床(点)一览表	(90)
附件III 新疆天山造山带金属矿产及成矿预测图(1：1 000 000)矿床(点)一览表	(93)
附件IV 新疆阿尔泰造山带金属矿产及成矿预测图(1：1 000 000)矿床(点)一览表	(102)
主要参考文献	(103)
附图集	

第1章 总论

1.1 立项依据

立项依据为：①我国矿产资源的严峻形势已关系到国家的经济安全；②加快西部特别是新疆的地质研究与矿产勘查，是缓解我国矿产资源紧缺的关键之一；③新疆有数十年来丰富的地质矿产资料的积累；④有一批熟知新疆地质、矿产资源情况并长期从事综合研究的科学技术人才，可保证项目的顺利完成；⑤有与中亚八国联合编图经验的借鉴。为此，在《我国与中欧亚七国合作地质编图》（中国新疆部分）成果基础上，对原有成果进行改编和完善，由新疆地质矿产勘查开发局出资委托新疆地质矿产研究所实施了《新疆地壳演化及优势矿产成矿规律研究》项目。

1.2 目标任务及预期成果

在已有岩相古地理图及八国联合编图研究成果的基础上，进一步收集研究新疆近年来所取得的最新成果，采用新理论、新观点、新认识，编制新疆大地构造图及成矿规律图等系列图件。进一步划分成矿区带，优选大型—超大型成矿远景区，为新疆地质找矿宏观部署提供决策依据。具体工作任务：

（1）以新疆优势矿产为重点，编制新疆主要含矿层位的成矿图、新疆地质图、大地构造图、成矿规律图（1：2 500 000）、以大地构造相图为底图的天山和阿尔泰山主要造山带成矿规律图（1：1 000 000）、典型矿床成矿模式图等系列图件。

（2）系统收集和研究已取得的各类成果资料，总结成矿规律，提出进一步开展地质找矿的远景区划。在此基础上，预期所取得的成果有：提交新疆 1：2 500 000 地质图、大地构造图、成矿规律图，天山、阿尔泰山造山带 1：1 000 000 成矿规律图，主要含矿层位 1：5 000 000 成矿图等系列地质图件；提出地质找矿远景区划。

（3）提交综合研究成果报告。

1.3 研究程度

自 1872 年开始到 1949 年的 80 年中，先后来疆进行地质路线调查的单位或学者累计达 60 队次。其中主要有：Ф. 费斯托利契夫（1872—1874），B. A. 奥布鲁切夫（1892—1904、1905—1909、1943），袁复礼（1930），E. 诺林（1928—1933），B. M. 西尼村（1940、1942、1945—1946），李承三及林超（1949），H. A. 别列耶夫斯基（1935—1937、1945），黄汲清、陈裕淇（1942—1943），宋叔和、关士聪（1944—1945）等。这些开拓性的工作多属零星的单项路线地质调查。

1949 年新中国成立后，为适应我国经济建设的需要，新疆的区域地质及矿产普查工作得到了迅速发展。1952—1953 年原苏联地质部第 13 航空地质测量大队，分别在西南准噶尔、伊犁、喀什和库车等地，进行了正规的 1：200 000 区域地质调查及矿产普查工作。1955—1957 年以及其后的 30 余年中，分别由地质部第 13 大队（中苏合作大队）和新疆地质局区调大队在全疆开展了以 1：200 000 比例尺为主的正规区域地质调查及矿产普查工作。截至 1985 年共完成 1：200 000 图幅 161 幅，共计 77 万余平方千米，占应测面积的 76%；完成 1：1 000 000 区测面积 48 万余平方千米，消灭了新疆地质空白区。同时，在一些成矿有利的地区还开展了 1：100 000、1：50 000 等区测找矿工作，与此同时新疆物探、化探、遥感等工作也得到了飞速发展，石油、煤炭、地矿、有色等系统在全疆三山两盆内开展了大量工作，并取得了丰硕成果。特别是 1984 年以来“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”项目（简称国家三零五项目）的开展和塔里木石油勘探的启动，大批国内、外专家进入新疆，大大推动和提高了新疆地质矿产科研工作的广度和深度。20 世纪 80 年代以来，相继出版了有关专著近百部（册），在各种刊物上公开发表近千篇科技论文，新疆几代地质图、矿产图、大地构造图和成矿规律图及预测图的编制、全疆地层断代总结、新疆区域地质志的出版，通过全疆的两条地学断面地质—地球物理综合研究，与中欧亚八国合作完成的《中欧亚岩相—古地理、构造、复原和地质生态图集》等，使新疆地球科学迈上了一个新台阶。

经过近半个多世纪新疆地质工作者的辛勤劳动，积累了丰富的地质、矿产资料，初步查明了新疆成矿地质背景、矿产分布的时空规律和控矿因素。目前（2006 年的统计）已发现 138 种矿产，占我国已知 171 种的 80.7%，有 4 000 多处矿产地，1 114 处矿床，其中大型矿床 125 处、中型矿床 261 处，在探明的资源储量中，保有储量居全国首位的有 9 种，居全国 10 位的有 50 种，其中石油、天然气、煤、铀、钾盐、金、铜、镍、铁、膨润土、蛭石、石材、稀有金属（铍、锂）等为优势矿种，铅、锌、铬等为潜在优势矿种。但总的来说新疆地域辽阔，基础地质、找矿工作程度仍然较低。据 2006 年初步统计，1：50 000 区调完成了 $19.47 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占新疆国土面积的 11.7%（全国为 19%），1：50 000 化探完成 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，占新疆国土面积的 6.02%（全国为 8%），中比例尺的地质工作完成量很少，远远低于全国平均水平。在矿产勘查方面，新疆已发现的 4 000 余处矿产地中，仅有 1 114 处进行过勘探评价，占已发现矿产地的 27.9%，在已进行过勘探评价的矿区中，进行过详查—勘探的矿产地只有 1/3，且大多数矿床勘查深度不足 300m，60% 的矿产地仅做过普查、简测工作，各矿种探明的资源储量占预测储量的比例很低。因此，新疆矿产勘查程度虽低，但具有找矿几率高的特点。

1.4 基本观点及新疆构造位置的重要性

1.4.1 基本观点

以全球构造活动论的板块构造理论为指导,采用了区域成矿学理论为主的多观点、多学科、多方法的综合研究手段,突出石油、天然气、煤、贵金属、有色金属、稀有金属等重要矿种,从研究重要成矿区带成矿规律和主攻矿床类型入手,以成矿地质事件和成矿作用为核心,在综合分析和研究成矿地质背景和成矿规律的基础上,形成了以下基本观点。

(1)矿产的形成和分布是区域地质历史发展演化的产物。构造运动是地球物质运动的一种基本的主导形式,它可促使地球各层圈物质的运动和分异,形成各类岩石组合。这些岩石组合在形成过程中或形成后所发生的次级构造运动中又使岩石、成矿物质进一步发生分异,并促使成矿物质高度浓集而形成矿床。因此,区域构造-成岩-成矿作用是研究区域成矿规律的核心。

(2)成矿作用是地球动力作用的一种表现形式,是一定历史阶段和特定地球动力作用下的产物。因此,要从全球地质构造宏观背景来认识局部的成矿作用,要从整个地球的演化历史来了解特定的成矿时段,也就是说,将矿床形成、成矿区带的形成与中亚甚至全球地质背景有机地联系起来,立足于全球整体,来探索认识区域、局部。即从整体着眼,从局部入手,才能更全面深刻地认识局部。同时还要强调,从实际出发,总结研究中欧亚造山带的成矿特征,但这些特征往往不能被基于其它造山带研究得出的成矿模型所涵盖。

(3)全球构造发展历史可分为不同的阶段,每一个阶段都有独特的构造及成矿作用。中欧亚的主要构造事件与全球主要构造事件大致可以对比,但在时限上有所差别。

中元古代长城纪“潘基亚 I”超大陆解体分离出众多陆块,经格林威尔造山运动(1300—900Ma)在哈萨克斯坦称伊塞东运动(1100—1050Ma),新疆为阿尔金山运动,这些分离的古陆块又重新汇聚形成“罗丁尼亚”超大陆。

南华纪—震旦纪(800—563Ma)“罗丁尼亚”超大陆又开始裂解,形成冰碛岩及碱性火山活动的地堑相裂谷型沉积。裂谷的进一步发展形成古亚洲洋(Z—O—C),其北支(蒙古湖区洋盆)于寒武纪时开始俯冲形成岛弧型建造,萨拉伊尔运动(Є—O)(与泛非运动基本同时)使该洋盆开始关闭,奥陶纪出现磨拉石建造,标志洋盆的封闭;中支(北天山—准噶尔洋盆)于奥陶纪—志留纪封闭,形成哈萨克斯坦—北天山早古生代大陆,成为哈萨克斯坦—准噶尔板块统一的大陆区,其北侧为斋桑—额尔齐斯洋盆、南侧为南天山洋盆,在新疆此两洋盆于晚泥盆世—早石炭世早期关闭,使西伯利亚、哈萨克斯坦—准噶尔、塔里木三大板块碰撞缝合,古亚洲洋消亡,形成欧亚北大陆雏型。

(4)新疆早石炭世维宪期及其之后的石炭纪沉积,多表现为残余洋盆及残余海或裂谷、裂陷槽性质,已属主碰撞期后的后碰撞阶段的产物,此阶段是新疆金属矿产资源的主要成矿时期。晚石炭晚期—早二叠世后,新疆北部进入陆内山链及陆内盆地的发展演化阶段,是新疆能源矿产(石油、天然气、煤、铀等)和盐类矿产的主要成矿期。

(5)特提斯洋于石炭纪—二叠纪拉张形成,晚三叠世古(北)特提斯洋关闭,拼贴于塔里木南缘。其南部的新(南)特提斯洋于晚白垩世—始新世闭合,使印度板块拼贴于欧亚大陆南缘并成为其组成部分。新特提斯洋关闭后,印度板块仍继续向欧亚大陆楔入,使陆内俯冲及走滑平移断裂进一步发展,山脉强烈抬升,盆地相对下沉,促使了陆内盆地中有关能源及盐类矿产的形成。

1.4.2 新疆在全球构造中的位置及重要性

新疆地处欧亚大陆腹地,北为劳亚大陆,南为冈瓦纳大陆,新疆属两者之间的“古中华陆块群”(任纪舜)或“泛华夏陆块群”(刘宝珺等)中的一部分。在地质历史中,中国古陆可能处于南北半球之间的中、低纬度带,与劳亚大陆的安加拉植物群和冈瓦纳大陆的冷水动物群均有所不同,是介于两者之间古亚洲洋、特提斯洋体系中的多个陆块群。刘宝珺等称之为“泛华夏陆块群”,并分为南、北两个体系:以塔里木为界(包括塔里木板块),以北称“北方陆块群”,含哈萨克斯坦—准噶尔板块中的准噶尔、吐哈、伊犁、中天山等陆块,属古亚洲洋体系;以南称“泛扬子陆块群”,含羌塘、柴达木、松潘等陆块,属特提斯洋体系。古生代末古亚洲洋的消亡使北方陆块群中的华北、朝鲜、哈萨克斯坦等各陆块及准噶尔、吐哈、中天山、塔里木等陆块率先与劳亚大陆中的西伯利亚陆块等拼合,形成欧亚北大陆。

特提斯洋的发展演化,使泛扬子陆块群内各陆块裂离、聚合。中—新生代早期,特提斯洋消亡,导致了欧亚大陆的最终聚合。

新疆地壳的发展演化,以及这种古老变质陆块与年轻造山带条块镶嵌的构造格局,就是在这种大构造背景下进行的。

新疆位于亚洲大陆的核心,青藏高原的前缘,东西亚的结合部位,世界三大成矿域中的古亚洲成矿域和特提斯成矿域都通过新疆,正是这一特殊的地质地理位置,使其成为研究大陆及造山带的极好地区,同时也是研究中国大陆的聚合及古亚洲洋、特提斯洋的发展消亡形成欧亚大陆的桥梁。因此,在大陆动力学蓬勃发展的今天,新疆必将成为世界地学界瞩目的焦点之一。

第2章 新疆大地构造基本特征及发展演化

新疆位于中亚腹地,夹持于劳亚大陆与冈瓦纳大陆之间,其大地构造特征及发展演化必然受全球特别是欧亚大地构造格局的控制。因此,只有立足于全球,特别是欧亚才能较全面地认识、了解新疆大地构造的基本特征及发展演化。

2.1 新疆大地构造图编图说明

2.1.1 编图目的

从欧亚全局研究新疆大地构造基本特征及总体格局。编制1:2 500 000新疆大地构造图,为新疆成矿规律研究提供大地构造背景资料,同时也作为新疆1:2 500 000成矿规律图底图之用。

在主要成矿带的天山及阿尔泰造山带还编制了1:1 000 000大地构造相图,突出表示了显生宙各主要构造阶段,不同地球动力学环境中形成的各种不同类型的大地构造相,以反映(主要成矿带)造山带的成矿地质背景,同时作为编制1:1 000 000成矿规律图底图之用。

2.1.2 编图原则

根据全球构造活动论观点及参考中欧亚八国编图2002年6月伊塞克湖会议精神,按照现行国标要求,结合新疆具体情况,经过认真讨论分析、研究后进行编制。在图面载荷许可的情况下,尽可能反映出各有关地质构造信息。

2.1.3 新疆大地构造图图面反映的主要内容

1. 欧亚主要构造事件或构造运动所形成的不同构造层次

(1)“潘基亚 I”泛大陆的形成与解体($Ar-Pt_2$):东欧地块由18亿年前的“斯维可芬运动”固结;西伯利亚地块固结于19~20亿年前的“卡累利阿运动”;中朝地块经18亿年前的吕梁运动而形成统一基底;塔里木地块经辛格尔运动形成太古宙古陆核,后经早元古代末的兴地运动形成原始古陆。

中元古代“潘基亚 I”泛大陆解体,分离出古西伯利亚和南西伯利亚陆块、哈萨克斯坦和天山陆块等等。新疆形成了元古昆仑洋(长城系塞拉加兹组发育细碧-角斑岩,蓟县纪早期发育蛇绿岩);元古南天山洋(阿克苏蓝片岩 $1663\pm 16Ma$,哈尔克山蓝片岩 $1570Ma$,霍拉山的北坡蛇纹石化橄榄岩 $1437Ma$ 。

(2)“罗丁尼亚”超大陆的形成(Pt_2 晚期):格林维尔运动及与其相当的哈萨克斯坦的伊塞东运动、新疆的阿尔金山运动,使中元古代分离的各陆块再次聚合形成超大陆(罗丁尼亚超大陆的组成部分)。

(3)“罗丁尼亚”超大陆裂解、古亚洲洋的形成($Nh-Z-O$)与发展:各微陆块与东冈瓦纳大陆分裂;西伯利亚与劳亚大陆分离,古亚洲洋形成。

加里东早期旋回:早期卡多姆运动(ϵ_1)使波罗的海增生形成东欧大陆;萨拉伊尔运动,古亚洲洋北支开始消减,西伯利亚大陆增生;泛非运动(与萨拉伊尔运动同时)使冈瓦纳大陆形成(ϵ)。

加里东中期旋回:早—中奥陶世东欧大陆与塔里木板块边缘裂解形成乌拉尔—突厥斯坦—南天山洋盆;喀纳斯运动,阿尔泰拼贴于西伯利亚南缘。

加里东晚期旋回:晚奥陶世—志留纪分布于古亚洲洋中部的北天山—准噶尔洋盆中的(早古生代)岛弧及各微陆块增生拼合形成哈萨克斯坦—准噶尔早古生代大陆;中华陆块群会合与冈瓦纳大陆相连。

(4)古亚洲洋盆最后消亡,欧亚北大陆形成($D-P$)。

华力西早期($D-C_1$):古大西洋关闭;南天山洋盆部分关闭,使哈萨克斯坦—准噶尔板块与塔里木板块碰撞,新的裂谷作用发生(扎伊利—明斯克等开裂;泥盆纪陆缘火山岩带形成);华南脱离冈瓦纳;斋桑洋盆开始闭合。

华力西中期(C_1):萨吾尔运动,斋桑洋盆封闭,使西伯利亚古板块与哈萨克斯坦—准噶尔古板块碰撞;乌拉尔—突厥斯坦—南天山洋盆消亡,东欧大陆与哈萨克斯坦、塔里木聚合主碰撞期结束,进入后碰撞期。

华力西晚期(C_2-P):古亚洲洋残余洋盆最后封闭;特提斯洋打开;中国大陆主体成为劳亚大陆的组成部分。

(5)特提斯洋的扩张与封闭。

印支运动(早基梅里 $T-J_1^1$):特提斯洋扩张,晚期古特提斯洋封闭,青藏板块拼贴于塔里木南缘;北美与亚洲大陆碰撞。

早燕山运动(J):亚洲东部与西太平洋古陆碰撞,中国东部强烈岩浆活动;新疆北部内陆盆地发展,南部形成前陆盆地。

中—晚燕山运动(J_3-K):新疆除少量残余海盆外多属内陆盆地。

喜马拉雅运动($E-N$):日本海打开,新特提斯洋封闭;印度板块与欧亚大陆碰撞;亚洲东部边缘裂解。

新构造运动(N_1-Q):在新疆含库姆库勒运动 N_2^2 、喀什运动 $N_2^2-Q_1$ 、西域运动 Q_1-Q_2 等,以升降运动为主,盆地进一步下沉,山脉进一步抬升,并向盆地推覆。

2. 用不同花纹符号表示不同构造环境中的物质组成

(1)反映深水或大洋型沉积。放射虫硅质岩、硅质-泥质岩建造、蛇绿岩套以及形成于离散板块边缘的拉斑玄武岩系列,与其有关的侵入岩多为辉长岩、橄榄岩,早期结晶分异的辉长岩常形成堆晶岩,有时见闪长岩、细晶岩。

(2)反映岛弧环境。在挤压环境中形成的以安山岩为主的钙碱性火山岩系列,与其有关的侵入岩主要为辉长岩-闪长岩-花岗闪长岩-花

岗岩。

(3)反映碰撞造山期的磨拉石建造及滑塌堆积,以及同造山期花岗岩。

(4)反映板内拉张环境中的火山岩系列。如富碱大陆拉斑玄武岩和碱性玄武岩,在大陆裂谷中以碱性系列、双峰系列为特征。碱性系列岩石的普遍出现,可代表大陆走向成熟阶段的标志。

(5)花岗岩类作了进一步划分。按成岩物质来源划分为三类。①幔源型。一为幔源重熔分异型碱性花岗岩(A型);二为幔源分异型斜长花岗岩(M型),常为小岩枝;②壳幔混熔型(I型)。③地壳重熔型(S型)。此外还特别突出了代表非造山期的碱性及富碱花岗岩和同造山期地壳交代型花岗岩的表示。

3. 反映后期改造的有关变形构造及痕迹

(1)三大构造岩系(混杂岩、蛇绿混杂岩、高压低温变质岩或蓝闪石片岩)。

(2)不同时代的三大主要板块缝合带(斋桑洋盆消亡而形成的额尔齐斯—布尔根泥盆纪—石炭纪板块缝合带;南天山洋盆消亡而形成的木扎尔特—红柳河泥盆纪—早石炭世板块缝合带;古特提斯洋消亡的康西瓦—昆中三叠世板块缝合带)。

(3)主要断裂、主要韧性剪切带、大型走滑断裂、推覆构造等。

(4)主要火山机构及七级以上地震震中。

(5)中—新生代以来不同时期形成的大型内陆盆地。

4. 用代号表示不同地球动力学环境中所形成的构造单元

岛弧、岩浆弧、弧间及弧后盆地、古老地块、断块、残余洋盆、陆缘火山岩带、碳酸岩台地、边缘海、裂谷、裂陷槽、上叠盆地等。

5. 主要地理内容

城镇、主要河流、湖泊、交通等。

2.2 主要构造单元的划分

2.2.1 划分原则

大地构造单元的划分原则,历来取决于所遵循的学术思想。全球构造活动论或板块构造论者认为,“大陆地台”及其周围的大陆边缘构成一相对稳定的整体,这个整体在发展和运移过程中可以同其它单元相互拼合、碰撞形成统一大陆,也可张裂、分离形成若干陆块。因此,活动论者重视大陆边缘构造发展历史的研究,特别是其碰撞前的构造位置和拼合、碰撞界线的研究,并以此作为划分一级单元(古板块)的依据。

一般认为“一个古代的大陆板块”有一个或几个比较古老的大陆核心(大陆区),围绕古陆(大陆区)的是陆缘区,两个板块之间为大洋所分隔(现已消失,仅保留其部分残片——蛇绿岩)。因此,大陆区及其陆缘区构成了板块构造的一级单元(板块)。不同时期具有不同的板块边界,如新疆境内按古生代末以来可划分出西伯利亚板块、哈萨克斯坦—准噶尔板块、塔里木板块、青藏板块,它们之间的缝合带正是曾经分隔上述各板块的大洋消亡带。而大陆区及陆缘区分别构成其二级单元(在不可能划分微板块时)。

有时,有的板块具有很不规则的陆缘区,存在着许多“漂移”于大洋中的中间地块,随着洋盆的消亡,即形成中间地块被褶皱带环绕的镶嵌状图案,这些中间地块及其陆缘,构成了板块构造的二级单元——微板块,隶属于各一级单元。如哈萨克斯坦—准噶尔板块,虽然有的学者认为不必单独划出,但考虑到上述原则,它实属具有多个古陆区的板块,总体上具有相同的发展演化历史。因此,作为一个独立的板块划分出来是有必要的。

哈萨克斯坦—准噶尔板块,可进一步划出两个微板块,以博罗科努南缘主干断裂为界,以北为巴尔喀什—准噶尔微板块,以南为穆云库姆—伊犁微板块。前者有巴尔喀什—准噶尔—吐哈古陆及其周围的陆缘,后者有穆云库姆、伊塞克、伊犁等地块及其周围的陆缘。中间地块及其陆缘分别构成了板块构造的三级单元,如准噶尔北缘古生代活动陆缘,巴尔喀什—准噶尔—吐哈地块等。尽管目前对准噶尔及吐哈盆地是否存在前寒武纪基底的问题尚有争议,但赛里木湖及邻区的巴尔喀什及其西部的莫因特等一带前寒武纪基底的存在是肯定的。

陆缘区有时简单(被动陆缘),有时复杂(活动陆缘),由于板块的俯冲可发育不同时代的边缘(弧后)海和岛弧海沟体系,以及由于拉张在大陆区或其固结的基底上形成裂谷、裂陷槽、上叠盆地等四级单元。如伊犁石炭纪—二叠纪裂谷,博格达、觉罗塔格等裂陷槽、诺尔特—乌列盖泥盆纪—石炭纪上叠盆地、巴塔玛依内石炭纪上叠盆地等。

2.2.2 主要构造单元的含义

大陆区(大陆地台):指在震旦纪前就已固结,稳定达到成熟的大陆地壳区(古陆)。显生宙褶皱区中的“地块”或“中间地块”是指位于褶皱带中的、在前震旦纪就已存在的大陆地壳块体,其鉴别标志是震旦纪前固结的大陆基底,其上常为古生界盖层所覆。

陆缘区:指大陆边缘,即大陆与大洋相连接的边缘地带。大陆通过大陆边缘逐渐过渡为大洋。大陆边缘一般由大陆架、大陆坡、大陆基(陆隆)3部分组成。随着大洋的发展、扩张、俯冲,使大陆边缘复杂化,进而可分为被动大陆边缘、活动大陆边缘。被动大陆边缘也称大西洋型大陆边缘,其特征是陆架较宽(30~300km),其上有巨厚的细碎屑岩沉积,陆壳与洋壳之间没有海沟,缺乏火山活动与地震活动,属拉张环境所形成。如研究区的喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧在早古生代时,即具有被动大陆边缘的基本特征。

活动大陆边缘又称太平洋型大陆边缘,可进一步分为西太平洋沿岸的岛弧型大陆边缘和东太平洋沿岸的安第斯型大陆边缘。前者发育岛弧—海沟系与大陆之间有边缘海,因此,大陆架较宽阔;后者边缘海仅靠大陆分布,大陆边缘狭窄。

活动大陆边缘是在大洋进行俯冲、消减的挤压环境中形成的。大陆边缘的不同类型,实际上是大陆边缘发展的不同阶段,当大洋壳下沉到大陆壳之下并开始俯冲时,原来的被动大陆边缘即可演化为活动大陆边缘。

陆缘区的地壳性质,正同它所处的位置一样,介于陆壳与洋壳之间,故多属过渡型地壳。研究区内,古生代以来可以鉴别出的活动陆缘,主要分布在南阿尔泰、北准噶尔、塔里木北缘一带。它们多由不同时代的岛弧,弧前、弧后盆地,岩浆弧等所组成,而单独的海沟体系,由于后期的强烈破坏及改造已很难识别区分。

岛弧:在俯冲带上,俯冲板块的前端由于温度升高发生部分熔融,熔融后的岩浆中较轻物质沿着俯冲板块的裂隙上升,或喷出地表形成

火山或侵入到上覆地层中形成侵入体,这种钙碱性侵入体或火山岩成带分布。当俯冲带与大陆边缘存在一定距离时,这些喷发物质在海洋中形成火山岛,并呈弧形分布,即为岛弧,如区内的萨吾尔山晚古生代岛弧,塔巴尔哈台—阿尔曼泰早古生代岛弧等。如果俯冲带仅靠大陆边缘,则称为火山弧或山弧。岛弧与大陆之间常有一个边缘海盆,称为弧后盆地,而大陆边缘的火山弧则无弧后盆地。

弧后盆地:在空间上多靠近大陆边缘,另一侧靠近岛弧,靠近大陆一侧多陆源碎屑沉积,近岛弧一侧多钙碱性火山岩及其碎屑岩,弧后盆地常有局部扩张。因此,在拉张环境下,可形成细碧-角斑岩及蛇绿岩,不过这种蛇绿岩中斜辉橄榄岩远不如大洋蛇绿岩中发育,如区内的克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地。

两岛弧之间有时可形成弧间盆地,岛弧与海沟之间可形成弧前盆地,前者如三塘湖晚古生代弧间盆地,分隔了萨吾尔晚古生代岛弧及塔巴尔哈台—阿尔曼泰早古生代岛弧,显然它是在早古生代岛弧边缘的基础上发展起来的;后者如西卡尔巴石炭纪弧前盆地,位于西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块的缝合带北缘近洋一侧的浅海盆地,其特征是岩浆活动不发育,盆地内堆积了早石炭世富含炭质的细碎屑岩及碳酸盐岩,中—晚石炭世出现有陆相磨拉石及部分玄武岩。

板块缝合带:指分隔两大板块间的大洋完全消减使两大板块碰撞缝合的特殊构造带。两大板块的聚合碰撞,从时间上看是漫长而又参差不齐的,碰撞的作用力是巨大的,因此,必然引起强烈的构造变动,形成极其复杂的构造带,这一特殊的构造带决非一条线所能表示。总体上讲,它包括了弧前和海沟增生带的三大构造岩系:混杂岩带、蛇绿混杂岩带、高压低温变质岩带。其组成物质十分杂乱,既有源于地幔的洋壳残片,又有被“抬升”“卷入”的已经“壳”化了的前震旦纪古老基底岩石及古生代不同时期或种类的岩石块体,由于分布零乱,很难用地层层序学去加以研究。在变形方面,常有变质程度高、变形层次深的片麻岩、混合岩及糜棱岩和变质较轻的岩石块体,韧性断裂发育,线性构造明显,逆冲推覆常见。总之,它是一个反映两大板块间大洋消亡,板块聚合、碰撞的复杂构造带。

区内(包括邻区)由北而南可识别出额尔齐斯—布尔根、木扎尔特—红柳河、康西瓦—昆中鲸鱼湖、科希斯坦—雅鲁藏布江4条不同时期的板块缝合带,它们把区内(包括邻区)五大板块焊接在一起,成为欧亚大陆的组成部分。

由于受比例尺的限制,有的保存不好、分布面积较小的岛弧或岩浆弧也混入在缝合带中而难以区分,如木扎尔特—红柳河板块缝合带中的那拉提志留纪岛弧、科希斯坦—雅鲁藏布江缝合带中的科希斯坦岛弧及岩浆弧等。

裂谷:指地壳上延伸很长,切割很深的张裂带,它具有两个主要特征,一是规模大,所发育的断裂可以切过岩石圈;二是处于拉张环境,从而区别于其它切过整个岩石圈的大型断裂。裂谷是由于地壳的拉张,岩石圈变薄,地幔上隆使岩石圈破裂而成。不同学者,对裂谷的分类提出了不同的方案。

我们所指的裂谷,主要是指发育于大陆基底上的大陆裂谷,是由于古老陆壳基底的拉张而形成的岩浆活动带。裂谷中的火山岩组合多种多样,在成熟的大陆裂谷中为强火山活动型,多以双峰式火山岩组合为特征,或是玄武岩—流纹岩组合及粗面玄武岩—粗面岩组合,当裂谷进一步发展演化可出现拉斑玄武岩;在不成熟的裂谷区表现为弱火山活动型,主要是碱性玄武岩或钾质碱性玄武岩组合,裂谷中的沉积岩组合以厚度大、相变迅速为特征,沉积物包括陆相、泻湖相、海相等,如中天山南缘及伊犁盆地在石炭纪—二叠纪时具大陆裂谷特征。

裂陷槽:指裂谷进一步拉张发展,出现拉斑玄武岩及少量二辉橄榄岩、碧玉岩等深水相沉积,但尚未进入初始洋盆的发展阶段。区内发育在显生宙褶皱基底之上的裂陷槽,主要分布在博格达、觉罗塔格等一带,并以石炭纪为主体。上石炭世早期局部有较强的火山活动,似属碱性玄武岩—粗面岩—(碱)流纹岩组合;晚石炭世则以浅海碳酸盐—陆源碎屑沉积为主,其上为晚石炭世晚期的磨拉石建造所覆,说明拉张始于早石炭世—晚石炭世早期,晚石炭世海域最广并有火山喷发,晚期开始封闭;觉罗塔格裂陷槽早石炭世拉张最强并有强烈的火山活动,形成细碧—角斑岩建造,晚石炭世—早二叠世有镁铁—超镁铁杂岩的侵入。

残余洋盆:指早古生代新生陆壳形成时尚未固结的软弱地带,有的直接发育在早古生代洋壳之上,如唐巴勒及邻区的伊特木伦德、捷克图尔玛斯等,主要由晚古生代深水相沉积组成,由于局部扩张也可出现蛇绿岩(达拉布特、依连哈比尔尕等)。达拉布特地区以石炭系为主体,下部为残留洋壳(枕状玄武岩)及其远洋沉积(泥质凝灰岩、紫色硅质岩)夹灰岩透镜体;中、上部均为火山浊积岩,在邻区的哈萨克斯坦,泥盆系出露较多,该区志留纪—泥盆纪艾费尔期为硅质页岩建造,吉维期为复理石建造,吉维期—杜内期为远洋硅质岩建造,维宪期—晚石炭世早期为水下磨拉石建造,说明残余洋盆开始封闭。残余洋盆主要发育于巴尔喀什湖一带,为哈萨克斯坦马蹄形构造的中心,四周无法与其它大洋相通,向东可延伸入我区的达拉布特及北天山的依连哈比尔尕一带。

上叠盆地:一般指在显生宙固结的新生陆壳之上,形成的拗陷或断陷盆地,常见陆相磨拉石及陆源碎屑沉积和碱性岩浆活动,如诺尔特—乌列盖泥盆纪—石炭纪上叠火山沉积盆地及巴塔玛依内山石炭纪上叠火山—沉积盆地等,它们均发育于早古生代固结的新生陆壳之上,并可跨越不同的构造单元。

陆缘火山岩带:指形成于稳定陆壳边缘和大陆解体阶段的火山—深成岩带,而不与任何俯冲或造山过程相关,是1959年原苏联著名大地构造学家博格丹诺夫以发育在哈萨克斯坦的泥盆纪火山岩带为原型所提出的概念。何国琦等(1994)称之为火山型被动陆缘。

邻区哈萨克斯坦泥盆纪陆缘火山岩带,是发育于早古生代固结的哈萨克斯坦—北天山地块边缘的火山—深成岩带,它标志着从泥盆纪开始,又进入了新的强烈拉张与沉降阶段。早、中泥盆世发育过拉张型过渡壳(这一时期的火山岩及相伴的深成岩、某些陆相磨拉石等均属此期产物);晚泥盆世—早石炭世,又向挤压型过渡壳或新成熟陆壳发展,重新固结,作为一条加里东(或前加里东)与华力西陆壳区的边界构造保存下来(何国琦等,1994),即所称的泥盆纪陆缘火山岩带。

上述的裂谷、裂陷槽、残余洋盆、上叠火山—沉积盆地以及陆缘火山岩带等构造单元,均属新生陆壳稳定化阶段的产物,与板块构造模式中的沟、弧、盆体系有本质上的区别。

2.2.3 各构造单元的主要特征

1. 西伯利亚板块

西伯利亚板块包括西蒙微板块和阿尔泰微板块,它们在新元古代以及古生代初期以前曾经是两个分离的微板块,经萨拉伊尔运动后两者拼合在一起,成为统一的西伯利亚板块。

西伯利亚板块在新疆境内,仅属阿尔泰微板块的一部分,包括北阿尔泰早古生代陆缘活动带及南阿尔泰晚古生代陆缘活动带。

(1)北阿尔泰早古生代陆缘活动带:包括中国的阿尔泰山北部、蒙古阿尔泰山和俄国境内的阿尔泰山,由于山势险峻,研究程度不高。该区的主体由低绿片岩相的巨厚类复理石岩系构成,厚6~7km,在我国称喀纳斯群,俄国称山区阿尔泰系;蒙古称蒙古阿尔泰系,其岩石组合和地层层序非常相似,完全可以对比。根据少数地点所发现的微古植物化石及不整合于其上的中—晚奥陶世火山磨拉石建造判断,其时间段包括了震旦纪(文德纪)—早奥陶世。

长期以来,原苏联学者一直认为该区属西伯利亚古陆向南西增生的陆缘构造带(Пейве А. В., 1980),后来在1988年国际地质对比研究

交流中,何国琦提出,根据上述三岩系的陆缘碎屑成分成熟度较高及极少火山物质的情况判断,其碎屑物质不可能来自西伯利亚古陆,由于其间隔着蒙古湖区古洋盆,故推测其物源可能位于其西南侧(现在方位),何国琦曾称之为“泛准噶尔古陆”(He Guoqi, 1990),后来这一意见被许多俄罗斯学者所采纳,多布列佐夫(2001)在论述中称其为阿尔泰—蒙古地块,并推测它是裂离自冈瓦纳古陆的前寒武纪地块。存在有大于 1100Ma 的古老基底,陆斌等(2001)在研究我国阿尔泰北部早古生代碎屑沉积物的 Sm—Nd 同位素特征时,获得 Nd 模式年龄 TDM=1.44~1.77Ga,认为剥蚀源区有中元古代老陆壳,进一步印证了划出阿尔泰—蒙古地块的合理性,而现在它已被后期构造所破坏,该基底的直接出露已很零星,定年资料很少,仅在由富蕴县城西北乌恰沟地区的深变质岩和额尔齐斯河南岸的斜长角闪片麻岩两个点组成的 Sm—Nd 等时线,显示年龄为(1465±6)Ma。

因此,以蒙古湖区为代表的萨拉伊尔褶皱带的性质,应该是阿尔泰—蒙古地块与西伯利亚古陆之间的碰撞造山带,而不是以前所认识的陆缘增生带。该微板块内中奥陶世及其之后的构造—岩浆带,都具有上叠构造的性质。

北阿尔泰早古生代陆缘活动带,含三个次级单元,分述如下。

哈尔锡林寒武纪—奥陶纪岩浆弧:分布于西邻区的蒙古等境内,东以察干锡贝图断裂为界,西以科布多断裂与我区境内的诺尔特—乌列盖(泥盆纪—石炭纪)上叠火山沉积盆地相邻,南为蒙古图尔根断裂所截。其主体由寒武系—奥陶系组成,是以长石—石英砂岩为主的陆缘砂页岩,类复理石建造为主,其上为奥陶纪—志留纪的火山岩—陆缘碎屑及碳酸盐岩沉积,局部见志留纪的磨拉石建造。岩浆活动以志留纪—泥盆纪花岗岩类为主,泥盆纪—石炭纪花岗岩次之。

诺尔特—乌列盖(泥盆纪—石炭纪)上叠火山—沉积盆地(LTUB):位于哈尔锡林及喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧之间。地层出露的主体为泥盆系—石炭系及零星分布的早古生代早期基底岩系。泥盆系下部以酸性火山岩为主,夹基性火山岩—陆缘碎屑岩及红色火山碎屑岩建造;上部为中性火山岩及黑色页岩。石炭系下部为海陆交互相沉积,以陆相碎屑岩为主,夹海相陆源碎屑岩及碳酸盐岩,偶见火山岩及红色磨拉石建造;上部为陆相含煤碎屑岩建造。产于早古生代褶皱基底上的断陷盆地内,侵入岩多以晚古生代为主,泥盆纪—石炭纪的花岗岩以黑云母、二云母花岗岩及暗色花岗岩为主;二叠纪早期以斑状白云母花岗岩、斑状二云母花岗岩为主,后期为花岗正长岩、白岗岩、碱性白岗岩、碱性花岗岩和正长黑云母花岗岩等,总体上具高硅富碱特征。

喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧(KKMA):研究区出露早古生代低绿片岩相的类复理石建造及不整合覆于其上的中—晚奥陶世火山—磨拉石建造为主、不同时期的侵入岩、伟晶岩极为发育,地层变质程度也常因地而异,片麻岩、混合岩多分布于岩体发育地区,是一个多期复合岩浆弧,其中以花岗岩类为主,多呈巨大的岩基或岩株状产出,其次为零星分布的闪长岩—辉长岩类。目前可确定的志留纪或泥盆纪花岗岩多以斜长花岗岩—花岗闪长岩—石英闪长岩为主,为壳幔混熔型(I型),而另一类是由于挤压和区域变质作用所形成的片麻状花岗岩—黑云母花岗岩,其成因系列多属 S 型,属同造山期形成。此外,还有一些石炭纪—二叠纪的碱性花岗岩及印支—燕山期偏碱性花岗岩体的侵入。由北向南的逆冲断裂发育,这是新疆稀有金属及云母、宝石等矿产的主要产地。

(2)南阿尔泰晚古生代陆缘活动带:自北而南,由克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地、卡尔巴—纳雷姆石炭纪—二叠纪岩浆弧、西卡尔巴石炭纪弧前盆地组成。后两者多分布于西邻区,是斋桑—额尔齐斯洋向北俯冲所形成的。

克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地(SABB):呈北西向分布于阿尔泰南缘,北西与俄罗斯境内的“东北挤压带”阿尔泰南缘火山—深成岩带对比。其主体由泥盆系组成,早泥盆世为以酸性火山岩为主的火山—火山碎屑岩—陆缘碎屑岩建造,各地变质程度差异甚大,由其中的斜长角闪岩、斜长角闪片岩的岩石化学分析成果进行原岩恢复,相当于细碧岩、玄武岩的基性熔岩,属细碧—角斑岩建造。阿勒泰市骆驼峰枕状熔岩 Rb—Sr 等时线年龄为(380±27)Ma,可代表此拉张期产物;中泥盆统为具浊流沉积特征的复理石建造,部分见有火山岩,总体上看为火山岩—陆缘碎屑复理石和碳酸盐岩所组成;下石炭统为含少量安山岩—玄武岩的复理石建造;上石炭统为陆相含煤碎屑岩建造。

侵入岩发育以花岗岩为主,其次为闪长岩、碱性闪长岩、辉长闪长岩等,共分三期。志留纪—泥盆纪花岗岩为斜长花岗岩—花岗闪长岩—花岗岩组合,多属碰撞前花岗岩类;石炭纪花岗岩为花岗岩—花岗闪长岩组合,多属同碰撞期产物。

近 180 个样品在 R_1-R_2 图解中均落入造山晚期及同造山期中。二叠纪花岗岩以黑云母花岗岩、花岗斑岩为主,高硅富碱,属造山晚期或后造山期产物。

卡尔巴—纳雷姆石炭纪—二叠纪岩浆弧及西卡尔巴石炭纪弧前盆地仅延入新疆境内一小部分,前者发育于前震旦纪(1450Ma)基底之上。泥盆纪以碳酸盐岩—陆源碎屑岩为主,其上为晚石炭世早期陆相磨拉石建造所覆。晚石炭世晚期及其之后属强烈的岩浆侵入期,并有陆相流纹岩—英安岩喷发,以正长花岗岩和含稀有金属的二云母花岗岩为主,其次为淡色花岗岩、白岗岩、斜长花岗岩—花岗闪长岩及辉长岩—辉绿岩,岩石多具高硅富碱特征,属西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块碰撞缝合或后碰撞期的产物;西卡尔巴石炭纪弧前盆地,可能为卡尔巴—纳雷姆岛链,是裂离大陆边缘后形成于近洋一侧的浅海盆地,相似于造山带的前陆盆地,其中堆积了早石炭世含炭陆缘碎屑岩及碳酸盐岩,是产金的最重要层位。早石炭世—晚石炭世早期为陆相磨拉石建造,并有部分陆相玄武岩、安山岩喷发。

额尔齐斯—布尔根板块缝合带(碰撞混杂岩带)(EBSZ):北界西起西邻区的西卡尔巴断裂,向东经克兹加尔—锡伯渡—青河北缘断裂,延入蒙古境内,与图尔根—大博格多断裂相接;断面北倾,北盘向南逆冲,明显韧性剪切。南界复杂,西起邻区然吉托别—斋桑泊南一线,东经新疆科克森他乌—富蕴—玛因鄂博断裂,延入蒙古境内,与布尔根—外阿尔泰大断裂相接。其间组成物质十分复杂,纵、横相几乎无法对比,为高应变带和重力梯度带。主体为下石炭统滑混堆积,晚石炭世早期为陆相磨拉石堆积及部分前震旦系变质岩系。邻区尚见有变质年龄为(2600±100)Ma 和大于 1000Ma 的榴辉岩、角闪岩、结晶片岩、片麻岩等。变质特征既有常见的绿片岩相、绿帘石—角闪岩相、角闪岩相,也有高温高压的榴辉岩、低温高压的蓝片岩和轻微变质或未变质的岩石;既有代表洋壳残片的被肢解了的蛇绿岩、幔源基性、超基性岩,也有古陆壳变质的硅铝质结晶片岩、片麻岩,叠瓦逆掩断层发育,组成一个个推覆岩片。

该缝合带在新疆境内多为第四系所覆,在蒙古是北蒙古加里东大断块和南蒙古华力西大断块的分界线,其中见有前震旦纪花岗片麻岩(1120—650Ma)和辉石片麻岩块(2200Ma),具明显的构造混杂岩带的特征。

该缝合带为西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块的碰撞缝合带,形成于泥盆纪—早石炭世,晚石炭世早期已是陆相磨拉石建造,说明洋盆已闭合,所见的石炭纪—二叠纪花岗岩多具富碱—碱性花岗岩特征,说明是后碰撞及非碰撞期产物。

2. 哈萨克斯坦—准噶尔板块

最早所称的哈萨克斯坦板块,是指比较集中分布于中哈萨克斯坦范围内和蒙古地块及其陆源区。而另一种意见认为,晚古生代尚不存在统一的中哈萨克斯坦古陆,故将其解体为一系列规模很小的地体,所以不使用哈萨克斯坦板块这一术语。

李春昱教授所称的哈萨克斯坦板块,北东以克拉麦里—斋桑—额尔齐斯缝合线为界与西伯利亚板块碰撞、西南以东乌拉尔—南天山缝合带为界、与东欧—卡拉库姆—塔里木板块相邻(李春昱, 1980; 李春昱等, 1982)。其范围大体上与乌拉尔—蒙古或中亚—蒙古褶皱区的中段或西段相当。编者考虑到它向东延至中国准噶尔盆地及其周边地区,故改称为哈萨克斯坦—准噶尔板块(成守德等, 1986)。该板块至少

由两个古陆块及分别环绕着的陆缘区构成,故暂将其划为巴尔喀什—准噶尔微板块及穆云库姆—克齐尔库姆—伊犁微板块。

(1)巴尔喀什—准噶尔微板块:包括准噶尔北缘古生代活动陆缘、巴尔喀什—准噶尔—吐哈古陆、巴尔喀什南缘活动陆缘等次级构造单元。

准噶尔北缘古生代活动陆缘:由一系列古生代岛弧系及晚古生代陆缘火山岩带、残余洋盆等所构成。北部的萨吾尔晚古生代岛弧(SWIA)发育于早古生代岛弧基础上,包括新疆的萨吾尔山、科克森他乌南部及喀拉通克地区,主要由泥盆系—石炭系组成,局部见呈断块状产出的奥陶系—志留系。泥盆系以发育中基性火山岩—陆源碎屑岩为主,据梅厚钧(1993)等研究,自泥盆纪—二叠纪共有9个层位中发育玄武岩—安山岩—流纹岩建造。中泥盆统为海相,晚泥盆统为海陆交互相的下磨拉石建造,其上被石炭纪和二叠纪海陆交互相陆源碎屑—火山岩建造和陆相火山磨拉石建造不整合覆盖。泥盆纪岩浆岩主要为钙碱系列,以及钠质为主夹少量钾质火山岩层。向西延入哈萨克斯坦境内,向东延入蒙古,相当于戈壁阿尔泰的额德伦金亚带(с. в. руженцевдр, 1990)。

塔尔巴哈台—阿尔曼太早古生代岛弧(TAIA)沿塔尔巴哈台山延入我国洪古勒楞,向东至阿尔曼泰的科克赛尔盖至莫钦乌拉山,其北界为卡尔宾—成吉思大断裂、萨吾尔山南麓断裂、乌伦古断裂,经淖毛湖盆地北延入蒙古,称额德额根依努尔大断裂;南界为阿克巴斯套大断裂,经和什托洛盖北缘及红柳井、纸房南,沿莫钦乌拉山南部断裂延入蒙古,称戈壁天山大断裂。在中国境内的准噶尔地区早古生代构造—岩石组合,断续出露在塔尔巴哈台—洪古勒楞—阿尔曼泰—莫钦乌拉山一带。中奥陶统为中基性—基性火山岩—火山碎屑岩建造,塔尔巴哈台及沙尔布尔提山北坡,见枕状玄武岩,其次为陆源细碎屑岩—硅质泥岩夹碳酸盐岩;上奥陶统布龙果尔组为含有大小不等灰岩块体的磨拉石建造加坍塌建造的复合建造(李跃西等, 1992)。其上为志留系假整合所覆,下统为陆源细碎屑岩夹硅质泥岩,中统为陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造夹基性火山岩;上统以陆源碎屑岩、火山碎屑岩为主夹少量泥质灰岩,上部发育火山磨拉石建造。总体上看,具早古生代主碰撞期后前陆类复理石建造特征。

在阿尔曼泰零星出露的奥陶纪蛇绿岩组合,分布在泥盆纪火山岩出露区,在科克赛尔盖山一带,可见侵入于奥陶纪火山岩中的志留纪花岗岩闪长岩,被晚志留世—早泥盆世磨拉石建造不整合覆盖;莫钦乌拉山一带的奥陶纪地层,以强变形为特征,变质达绿片岩相,其上覆地层为变质变形甚低或未变质的晚古生代地层。中泥盆统下部为中基性火山岩,发育枕状玄武岩、细碧岩,上部为火山复理石;上泥盆统下部属安山岩建造,上部为中酸性火山岩,其上为下石炭统浅—滨海相碎屑岩—火山碎屑岩及陆相中酸—酸性火山岩局部含基性岩,属主碰撞期后的残余海盆沉积。下二叠统为陆相双峰式火山岩,上二叠统为陆相磨拉石,它们均属早古生代后、上叠构造中的火山—沉积作用的产物。

该岛弧带中的蛇绿岩组合,在洪古勒楞的堆晶岩中,曾获得444Ma年龄值(张驰等, 1992),新疆工学院后来获得626Ma年龄值(黄建华等, 1995),阿尔曼泰山一带以扎河坝蛇绿混杂岩发育最好, B. F. 温德里(1989)认为这里“蛇绿岩应有的岩石组合都能见到”,其变质橄榄岩Sm—Nd等时线年龄为(515±26)Ma和(493±9)Ma(刘伟, 1993)。西邻区部分地区早寒武世就出现蛇绿岩,中寒武世开始俯冲发育岛弧型建造,晚寒武世—早奥陶世出现下磨拉石及滑塌堆积,并有496Ma的花岗闪长岩侵入,看来岛弧发育期比新疆略早。

在上述晚古生代与早古生代岛弧间,发育有三塘湖晚古生代弧间盆地(STIB),主要沉积了泥盆纪—石炭纪中基—中酸性火山岩、硅质页岩、碳酸盐岩建造。在谢米斯台—库兰卡孜一带的早古生代岛弧之上,发育泥盆纪陆缘火山岩带(XKPV),代表又一个拉张期的开始。下泥盆统由滨、浅海相中基性、中酸性火山碎屑岩和正常碎屑岩组成,西部见中基性火山岩夹安山玢岩;中泥盆统以滨、浅海相—海陆交互相为主,广泛发育火山岩建造,有的地段如北塔山组中见枕状玄武岩和放射虫硅质岩。西部上泥盆统为中酸性火山岩及其碎屑岩夹安山玢岩、钠长斑岩及流纹岩,其上被下石炭统滨、浅海相碎屑岩和中性火山岩不整合,上部发育陆相基性火山岩。上石炭统多缺失,在玛依拉和克拉麦里北部地区发育浅海—陆相碎屑岩夹少量碳酸盐岩及安山岩;早二叠世为陆相双峰式火山岩建造;晚二叠世为红色陆相磨拉石建造,可能属西部邻区哈萨克斯坦泥盆纪陆缘火山岩带(博格丹洛夫, 1959)的东延部分。

分布于达拉布特—克拉麦里一带的泥盆纪—石炭纪残余洋盆(DKRO)由石炭系组成。以达拉布特断裂为界,分为南北两种类型,南侧地层层序完整,下部为残留洋壳(枕状玄武岩,厚500m,未见底)及泥质凝灰岩、紫色硅质岩等远洋沉积夹灰岩透镜体等,可见滑塌堆积;中及上部为火山浊积岩(吴洁若等, 1993);北部为杂岩带,其组成物质除上述地层外尚有达拉布特蛇绿混杂岩块,主要由变质橄榄岩,少量堆晶岩、辉长岩、枕状玄武岩及放射虫硅质岩等组成,斜长花岗岩不发育,其Sm—Nd同位素年龄395Ma(黄宣, 1990)属早泥盆世,向东与克拉麦里蛇绿岩带相连,其上为下石炭统残余海盆中的南明水组所不整合覆盖,并在不整合面上的地层中发现纳缪尔期G带菊石*Gastrioceras*等。该残余洋盆为哈萨克斯坦巴尔喀什残余洋盆的北支,南支延入北天山依连哈比尔尕一带。

在哈萨克斯坦的伊特木伦德到新疆唐巴勒出露有奥陶纪的蛇绿混杂岩带(TBOR),肖序常等(1992)曾在其伴生的斜长花岗岩中获得525—508Ma的同位数年龄值,黄宣等(1997)获得蛇绿岩全岩Sm—Nd等时线年龄为(477±56)Ma,张驰等(1992)曾获得(489±53)Ma的年龄值。从伊特木伦德蛇绿混杂岩带出露地层看,奥陶纪—石炭纪一直发育连续的沉积作用。残余洋盆的周围被泥盆纪陆缘火山岩带或更老的地层环绕,所以它是一个没有出口的“洋盆”。

该残余洋盆中的侵入岩多发生在石炭纪—二叠纪,如庙尔沟等大花岗岩基,时代为323—315Ma,前石炭世也有少量侵入岩。石炭纪花岗岩以富碱为特征。 R_1-R_2 图解中投点于同碰撞造山期,二叠纪花岗岩多属造山后期及非造山期产物。

发育于准噶尔及吐哈地块间的哈尔里克古生代岩浆弧(KKMA),以泥盆纪、石炭纪为主体。近年发现有早古生代地层,多为基性—中酸性火山岩、火山碎屑岩建造,其上为志留系陆源碎屑岩—碳酸盐岩所不整合。泥盆纪下统为拉斑玄武岩,属钙碱性系列,埃姆斯期以陆源碎屑岩—火山碎屑岩—碳酸盐岩建造为主,中、晚泥盆世火山活动再趋强烈。下石炭统为深水复理石—火山泥灰岩建造,发育水下滑塌堆积,石炭系上部为海相—海陆交互相碎屑岩、火山碎屑岩及中酸性火山岩建造,二叠纪发育双峰式火山岩和陆相火山磨拉石沉积。石炭纪发育大量花岗岩闪长岩、斜长花岗岩、二长花岗岩等330—322Ma,多为富碱I型造山期花岗岩,晚石炭世—早二叠世发育碱性花岗岩[(289.91±6)Ma],碱性花岗岩闪长岩,多属非造山期或造山后产物。

巴尔喀什—准噶尔—吐哈古陆:在新疆境内包括准噶尔中央地块、吐哈地块及其之上发育的裂陷槽及上叠盆地。

准噶尔中央地块(ZGCM)为一隐伏地块,其上为古生代及中生代地层所覆,据杨文孝等(1995)研究,准噶尔盆地具有前寒武纪结晶基底和古生代浅变质基底的双重结构,泥盆纪—石炭纪属残余古亚洲洋中的一个台地型盆地,周缘为深水海槽,随着海槽的收缩闭合,于石炭纪末准噶尔盆地开始由开放型海盆向封闭型内陆盆地转化,自二叠纪起经历了:①早二叠世前陆型海相—残留海盆;②晚二叠世前陆型陆相盆地;③二叠纪—古近纪振荡型陆相盆地;④新近纪前陆型陆相盆地的四个发展演化阶段。但是关于其是否存在有前寒武纪基底的问题一直有争议,此问题只有留待今后去解决。

吐哈地块(THMM)北界为博格达山南缘断裂,南界为吐哈盆地南缘大断裂。南缘除有少量古生界残块出露外,主要为中—新生代地层所覆盖,是否存在有前寒武纪基底问题,也有争议,胡受奚等(1990)和袁学诚等(1994)认为吐哈地块与准噶尔地块原是相连的,由于后期构造运动才使其分隔于博格达山南、北两侧。袁学诚等(1994)在进行人工地震测深地学断面研究后认为,这里的中—新生界及古生界盖层厚

达 10~18km, 其下 10~28km 间可能为元古界, 再向下 50km 处为下地壳及铁镁质块体底。叠加在克拉麦里泥盆纪—石炭纪残余洋盆南及准噶尔地块间的巴塔玛依内山石炭纪上叠盆地(BTUB), 其组成为以陆相为主的中性、基性及酸性火山岩, 火山碎屑岩夹泥岩、粉砂岩及煤线。岩相厚度变化大, 火山岩多属碱性较高的钾、钠质及板内玄武岩。

分隔准噶尔地块和吐哈地块间的博格达晚古生代裂陷槽(BDRT), 由石炭系组成, 晚石炭世早期局部有较强的火山活动, 白杨沟一带有枕状玄武岩及海相双峰式火山岩夹碎屑岩, 具裂谷特征, 晚石炭世晚期以浅海相碳酸盐岩—陆源碎屑岩为主并由陆棚相向陆坡相过渡, 早二叠世早期海水进一步加深形成盆地平原相的细碎屑沉积, 晚期海水渐浅, 由陆坡相过渡到中二叠世的滨—浅海—泻湖相沉积, 其上为晚二叠世的泻湖相及磨拉石建造所覆, 说明裂陷槽已封闭。

吐哈地块南缘, 因后期拉张而形成的觉罗塔格石炭纪裂陷槽(JLRT), 下石炭统一晚石炭统早期为含双峰式火山岩的火山—沉积建造, 晚石炭世晚期为陆源碎屑岩—火山碎屑复理石沉积, 二叠纪下部为海陆交互碎屑岩夹火山岩, 上部为陆相双峰式火山岩。但有的认为属石炭纪岛弧。

巴尔喀什南缘活动陆缘延入新疆境内, 仅有赛里木地块(SLMM)及博罗科努早古生代岛弧(BHIA)两个构造单元。

赛里木地块(SLMM)北起博尔塔拉河南岸, 南到伊犁盆地北缘, 西起哈萨克斯坦基洛夫斯基以东, 东段被天山北缘主干断裂所切, 是由角闪片麻岩和眼球状片麻岩、二云母片岩、斜长角闪岩、黑云母斜长片麻岩等组成的温泉群, Sm—Nd 等时线年龄为 (1727 ± 26) Ma (胡嵩琴, 1993), 其 $\epsilon_{\text{Nd}(T)} = +5.8$, 表明母岩来源于亏损地幔, 它构成了该地块的古元古代结晶基底, 其上的中、新元古界, 主要由产叠层石的蓟县系库松木切克群及青白口系开尔塔斯群组成, 前者以泥质—硅质碳酸盐岩为主, 含 *Kussiella*、*Cryptozoon* 等; 后者为碳酸盐岩夹炭质泥岩, 两者构成了古元古代结晶基底上的第一盖层; 不整合其上的震旦系砂岩、砂质泥岩及冰碛岩含 *Boxollia*、*Baicalia* 等。寒武系—奥陶系以灰岩、泥质—硅质岩、粉砂岩为主, 底部为含磷层, 岩相稳定, 化石丰富, 不整合或平行不整合于震旦系之上, 向西延入哈萨克斯坦, 大致相当于前人划分的南准噶尔复背斜带。赛里木地块内花岗岩类岩体较发育, 以晚奥陶世斜长花岗岩、花岗闪长岩为主, 被石炭纪花岗闪长岩、二叠纪花岗岩等穿插。

博罗科努早古生代岛弧(BHIA)北界为北天山主干断裂, 与依连哈比尔尕晚古生代残余洋盆(IHRO)相邻, 南界西段为博罗科努南坡断裂, 东段为木扎尔特—红柳河板块缝合带北界, 呈北西西走向并尖灭于觉罗塔格以西。除胜利达坂以南见有长城系—蓟县系各种片岩、片麻岩、混合岩等古老的大陆碎块外, 主要由下古生界组成。下奥陶统出露于西段, 由硅质、泥质、炭质陆源细碎屑岩及硅质岩等半深海陆坡相沉积夹薄层灰岩组成; 在奈楞格勒达坂所见的中奥陶统以中基性火山岩、火山碎屑岩为主, 东段可可乃克—巴伦台一带为典型的细碧—角斑岩建造, 硅质岩中含放射虫, 大理岩中产牙形石 *Battoniodus*、*Hindeodella* 等(车自成, 1994), 具洋岛特征; 上奥陶统为浅海相中厚层碳酸盐岩夹硬砂岩属陆棚相沉积。中奥陶统的细碧岩、玄武岩具枕状构造并夹紫色碧玉岩, 属钙碱性系列, 在 Ti—Zr 图解中投点于岛弧区, 其锆初始比值为 0.709 8, 指示深部可能有陆壳存在。不整合于奥陶系之上的志留系, 其下统为块状砂岩, 钙质泥岩, 中统为碳酸盐—陆源碎屑岩及火山碎屑岩局部夹中酸性—基性火山岩, 似属主碰撞期后的前陆复理石盆地沉积, 上统为火山下磨拉石建造夹橄榄玄武岩、安山玢岩及灰岩。泥盆系以陆源碎屑岩为主, 出露极少, 属磨拉石建造, 石炭纪属残留半封闭海盆沉积。南界的干沟—可可乃克一线有蛇绿混杂岩出露, 其中的细碧岩块同位素年龄为 (412 ± 56) Ma (车自成, 1993)。区内侵入岩以花岗岩类为主, 在巴伦台博罗科努主峰构成巨大的复合花岗岩基, 据车自成对比研究, 认为属志留纪, 其次为石炭纪。晚志留世深成岩浆作用以花岗岩—花岗闪长岩的侵入为主, 多属 S 型, 同其位数年龄为 420Ma 左右, 在 $R_1 - R_2$ 图解中多位于同碰撞造山期的范围, 部分位于造山前期。石炭纪侵入岩多为小型岩体, 早期以石英闪长岩、二云母花岗岩为主, 中期以黑云母花岗岩、红色钾长花岗岩为主, 此外还发育碱性花岗岩或偏碱性花岗岩, 其 K_2O/Na_2O 值平均为 1.15, 在 $R_1 - R_2$ 图解中投点于造山晚期(后碰撞期)区间。该岛弧早奥陶世时为拉张期, 中奥陶世出现洋壳并开始俯冲形成岛弧, 志留纪岛弧开始拼贴于陆块边缘, 并伴有花岗闪长岩等的侵入及晚志留世的类磨拉石建造, 标志早古生代岛弧发展历史的结束。

(2) 穆云库姆—克齐尔库姆—伊犁微板块: 该微板块主要分布在西部哈萨克斯坦, 属哈萨克斯坦—北天山古陆的一部分, 延入新疆的伊犁地区即尖灭。具有前寒武纪基底的古老地块集中分布于中哈萨克斯坦及其以南地区, 如南部的乌鲁套、穆云库姆、伊犁—伊塞克等地块。据佐年善研究, 北起科克切塔夫南到吉尔吉斯山, 到处都发育有 1000—900Ma 并具盖层特征的纯净石英砂岩, 判断至少于此, 哈萨克斯坦—北天山已是统一的稳定的陆壳区了。

近年在我国伊犁地块南、北缘反映距今 10 亿年左右格林维尔造山事件的记录(花岗岩)也有所发现(胡嵩琴等, 2001; 陈义兵等, 1999)。后来的研究证明, 距今 10 亿年左右的伊塞东(格林维尔)造山事件中, 统一的哈萨克斯坦—北天山—伊犁古陆已经形成。后来经历了早古生代阶段的伸展及一定程度的解体, 形成了吉尔吉斯—捷尔斯科伊—那拉提等早古生代岛弧带及晚古生代的上叠盆地及裂谷带, 出露于新疆境内的主要为伊犁石炭纪—二叠纪裂谷, 早古生代岛弧已被缝合带破坏。

伊犁石炭纪—二叠纪裂谷(YNR)位于伊塞克地块的东延部分, 古元古界构成结晶基底, 中—晚元古界碎屑岩、碳酸盐岩构成结晶基底上的盖层(成守德等, 2000)其中蓟县系科克苏群含 *Conophyton*—*Baicalia* 等为主的叠层石组合, 其上为含 *Tekesia*、*Conophyton*、*Tungussia* 等叠层石的青白口系库斯台群不整合或平行不整合覆盖。伊犁石炭纪—二叠纪裂谷即发育于此基底之上, 其范围与地理上的伊犁盆地大致相同, 总体上呈西宽东窄的喇叭形。盆地内部被中—新生界覆盖。裂谷的地层层序以昭苏阿克沙克沟剖面(杨蔚华等, 1993)为代表: 早石炭世早期大哈拉军山组的中—基性火山岩系不整合覆于青白口系或震旦系之上, 火山岩系底部为紫色砾岩和含芦苇茎干的砂砾岩、砂岩, 灰岩中含 *Syringopora*、*Gigatoproductus* 等化石; 其上的阿克沙克下亚组为冲积平原相的紫红色钙质含砾粗砂岩及砂砾岩与凝灰质砂岩互层, 有多条辉绿岩脉顺层侵入, 与下伏地层为不整合接触; 阿克沙克组上亚组的下部为台地相含锰鲕状灰岩, 中部为台地相层状灰岩与块状灰岩互层, 含有机碳 0.26%~0.86%; 下石炭统上部层位为也列莫顿组, 由细砂岩、粉砂岩和泥岩组成的浊流沉积与下伏灰岩整合接触。

裂谷岩系巨厚, 仅下石炭统就达 2 000 余米, 该区早二叠世仍有玄武岩—流纹岩构成的双峰式火山活动, 至晚二叠世才出现红色陆相磨拉石建造, 二叠纪有碱性花岗岩侵入, 说明该裂谷主要发育于早石炭世, 二叠纪早期再次拉张, 晚二叠世最后结束。

木扎尔特—红柳河板块缝合带(MHSZ)为塔里木板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块间横贯全区的巨型板块缝合带。北界为纳伦盆地, 向东经“尼古拉耶夫”线与我国伊犁盆地南缘大断裂、沙泉子—阿其克库都克大断裂相接; 南界为吉尔吉斯斯坦的阿特巴希—伊内利切克大断裂, 向东与我国境内的喀拉苏—那拉提大断裂、乌瓦门—卡瓦布拉克—红柳河大断裂相接。西部为塔拉斯—费尔干纳走滑大断裂所切, 其范围大致相当于中天山变质带, 宽可达数十千米。

带内岩石地层杂乱, 线性构造发育, 岩石变质程度深, 变形期次多, 岩浆岩发育, 韧性剪切、脆性断裂随处可见, 是一个规模宏大、地层杂乱复杂的构造单元。在新疆境内, 主要由元古界变质岩及志留系等组成, 石炭系—二叠系已属缝合带形成之后的产物。深成岩浆岩是带内的主要组成物质, 其时代自元古代到二叠纪, 可能还有印支—燕山期产物, 多以花岗岩类为主, 成因类型复杂, 既有陆壳重熔型也有壳幔混熔型甚至幔源型岩体。沿该带南侧, 断续分布有蛇绿岩、蓝片岩, 前者多被肢解, 部分成为糜棱岩基质, 时代多定为志留纪或志留纪—泥盆纪。

新疆地质矿产局三大队在蛇绿岩块中曾获得 358Ma 的同位素年龄数据,对长阿吾子蓝片岩带获得多种同位素年代资料,据杨学昌等报道为 729Ma,王作勋等(1990)报道为 634Ma,肖序常等报道为 351Ma,郝杰(1993)报道为 634Ma,高俊等(1994)报道为 615Ma。此外,新疆一区调队曾在含蓝片岩的大理岩中发现过晚志留世的珊瑚化石,而王宝瑜等(1994)还报道过 1570Ma 的蓝片岩原岩年龄数据。对上述相差悬殊的年龄数据,不同学者作了不同的解释,但多数人认为该蛇绿混杂岩和高压变质带可能形成于早古生代—晚古生代早期。汤跃庆(1993)在报道了 398—350Ma 年龄值后认为“该带可能与阿克苏高压变质带相当”,我们认为 1570Ma 可能为蓝片岩的原岩年龄,代表构造卷入的中元古代岩块与阿克苏群的年龄(1663Ma)相近,如以 729Ma 作为蓝片岩的形成年龄,它的确相当于阿克苏群的高压变质带。这可能是发生在塔里木板块北缘的一次早期碰撞事件的反映,说明本缝合带中混入了塔里木板块的成分。而本带大量出现的 415—350Ma 的数据,代表另一期高压变质作用,是哈萨克斯坦—准噶尔板块与塔里木板块碰撞缝合的反映。

3. 塔里木板块

在新疆境内包括塔里木微板块及柴达木微板块,也就是说包括了两个大陆区及其南、北两个陆缘区。

(1)塔里木微板块:由塔里木北缘古生代活动陆缘、塔里木古陆区及塔里木南缘陆缘活动带组成。

塔里木北缘古生代活动陆缘包括南天山古生代边缘海盆、艾尔宾山泥盆纪碳酸盐台地及迈丹套晚古生代陆缘盆地 3 个次级单元。

南天山古生代边缘海盆(STMS)早古生代早期作为塔里木古陆边缘,沉积了稳定型震旦系的冰碛岩和早寒武世硅质含磷建造,与扬子古陆陆缘所发育者十分相似。震旦纪的冰川作用及水下喷发说明大陆边缘的裂谷作用已经开始。库尔干道班附近震旦纪—奥陶纪变质碎屑岩中显示的纹理和鲍玛序列,反映了重力流深水沉积特征(刘本培等,1996),说明此时南天山洋正在开裂。从长阿吾子蛇绿岩中获得的 (439.4 ± 26.9) Ma(郝杰,1993)年龄值及刘本培等在黑英山等蛇绿混杂岩中获得的 (420 ± 5.9) Ma 和 (430 ± 5.2) Ma 的形成年龄看,说明南天山洋从奥陶纪—志留纪已发展为相当规模的洋盆。奥陶纪到志留纪多处于较稳定的陆棚沉积环境,志留纪时开始向北(现在方位)俯冲,形成中天山南缘的岛弧型火山岩建造。在穹库什太蓝闪石片岩中,获得的多硅白云母³⁹Ar/⁴⁰Ar 年龄值为 (415.37 ± 2.71) Ma(高俊等,1994),反映南天山洋于志留纪—早泥盆世开始闭合。早石炭世早期塔里木板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块碰撞,在艾尔宾山一带,由泥盆纪浅海相陆源碎屑岩及碳酸盐岩组成,上泥盆统为灰岩、白云岩,东段见酸—中性火山岩,构成了古老基底上的碳酸盐岩台地。其中含丰富的腕足及珊瑚化石,如 *Stringocephalus*、*Natalophyllum*、*Keriophyllum* 等属西欧吉维阶的重要分子,也见于我国华南地区。早石炭世维宪期已属残余海盆沉积,反映南天山洋已闭合。

迈丹套晚古生代陆缘盆地(MDFB)由一套石炭纪陆源碎屑岩和复理石建造组成,分布于柯坪地块北缘,具残留海盆或前陆盆地的性质。

塔里木古陆区由柯坪断块(KPFM)、库鲁克塔格断块(KRFM)、北山裂陷槽(BSRT)、墩煌地块、塔里木中央地块(TMCM)、阿尔金断块(ATFM)、铁克里克断块(TKFM)等组成。除北天山裂陷槽外,其共同特点是在元古代变质基底之上为稳定的古生代盖层所覆,其物质组成为碳酸盐岩及陆源碎屑岩。早寒武世底部为硅质含磷建造,平行不整合之下的为含冰碛岩的震旦系。在库鲁克塔格地区震旦系除有三套冰碛岩、三套火山岩外,多为陆源碎屑岩及浊流沉积,代表罗丁尼亚古陆开始解体,新的裂谷作用的产生。早古生代以碳酸盐岩—碎屑岩为主,多属陆棚—陆坡相沉积。库鲁克塔格一带泥盆纪为杂色陆相磨拉石建造,这里岩浆岩特别发育,最早的一期肉红色片麻状花岗岩 Sm—Nd 同位素等时年龄为 (2845 ± 59) Ma(胡霁琴等,1990)是太古代陆核的组成部分,其次为 1120—959Ma 的中元古代花岗岩类,由花岗岩—二长花岗岩等组成;880—760Ma 的眼球状片麻状黑云母花岗岩,广泛分布于兴地断裂以北的地区,代表元古代大陆最后固结至开始拉张初期的产物。早古生代岩浆岩不发育,泥盆纪—石炭纪花岗岩类分布较广,以二长花岗岩为主,次为钾长花岗岩,此外还见有三条基性—超基性杂岩带,位于兴地大断裂带内的兴地岩带,形成于中元古代,且干布拉克超基性碳酸岩形成年龄为 826.9Ma,中途站岩带产于太古界内,形成时代不明。

柯坪断块与库鲁克塔格断块的不同之处是未见太古界,古生代稳定的碳酸盐岩—陆源碎屑岩层序完整,晚近时期的逆冲推覆构造发育,剖面上是一个个叠瓦状片岩由北向南逆冲推覆,岩浆岩极不发育。敦煌地块多为第四系所覆,除前寒武系零星分布外,未见古生代盖层。阿尔金断块位于塔里木东南缘,南以阿尔金断裂与东昆仑、柴达木等相邻,在地质研究上具有重要意义。这里出露的最老地层为太古界麻粒岩,近来陆松年等(2000)在古老的变质花岗岩类中获得了 (3605 ± 43) Ma 等一系列太古代年龄数据,它们构成了太古代的古陆核。围绕其增生的古元古代变质岩系构成了结晶基底,中元古代地壳再次拉张,形成长城系双峰式火山岩,蓟县系早期发育蛇绿岩(陈哲夫等,1997),晚期出现大量碳酸盐岩,属元古昆仑洋盆封闭期产物。蓟县纪末的阿尔金山运动,使长城系—蓟县系强烈变形和发生低绿片岩相变质作用,并有造山期花岗岩类侵入,未变质的青白口系碎屑岩、碳酸盐岩不整合于下伏地层之上,局部又被寒武系、奥陶系稳定型沉积不整合,晚奥陶世至泥盆纪末遭受剥蚀,早石炭世见浅海相沉积,二叠纪—中生代再次遭受剥蚀,并成为塔里木盆地的物源区。区内岩浆活动强烈,中—晚元古代发育花岗闪长岩、斜长花岗岩、钾长花岗岩组合,属同造山期花岗岩类。晚古生代以花岗闪长岩、二长花岗岩、角闪花岗岩及钾长花岗岩等为主。阿尔金断块南北两侧有两条蛇绿混杂岩带,北为红柳沟带,一种意见认为它可能是祁连海槽的西延部分,另一种意见认为它是中元古代元古昆仑洋中的产物;南为苏拉木塔格带,以产石棉著称。张建新等(1998)研究认为,阿尔金断裂是一个转换挤压变形带,可能为塔里木地块与柴达木地块汇聚作用的产物,古蛇绿岩及柴北缘榴辉岩、花岗片麻岩(950—870Ma)的发现似乎表明塔里木—柴达木及华北地块在新元古代早期曾有过一次汇聚作用(陆松年,1998)。位于塔里木西南缘的铁克里克断块,南北均为断层所切,前震旦系变质岩构成其基底,边缘有少量震旦系及古生界分布,古元古界为变质较深的片麻岩、混合岩,上部为绿片岩相,其上被含细碧—角斑岩(1760Ma)建造的中元古界不整合,青白口纪及其之后属稳定的盖层沉积。岩浆活动微弱,见少量元古代花岗岩类(1560Ma),被青白口系不整合。铁克里克断块属塔里木古陆的组成部分,先后经历了数次构造运动。阿尔金山运动、塔里木运动后多处于稳定的剥蚀状态。断裂分两组,一组为指向塔里木盆地的逆冲断裂,另一组为北北西向,形成于中生代,以右行走滑为特征。

塔里木中央地块(TMCM)为该板块最大的古陆区,范围与现代塔里木盆地近似。据康玉柱等(1995)研究,盆地从震旦纪—新近纪形成多种类型的原型盆地的叠加,震旦纪—奥陶纪在拉张背景下,形成了裂陷和克拉通盆地。晚震旦世塔里木克拉通内部拉张沉降,形成了塔中克拉通内坳拉盆地及塔东北满加尔、塔西南、塔东南地区的克拉通边缘坳陷盆地,沉积了巨厚的碳酸盐岩及陆源碎屑沉积。志留纪—泥盆纪处于挤压背景下,形成了沙雅、卡塔克隆起雏形,泥盆纪海水向西退缩,盆地东北部、中部发育陆相红色碎屑沉积,仅塔西南边缘有中泥盆统生物礁组合,石炭纪—二叠纪开始第二次拉张,古特提斯洋广泛侵入塔盆,形成西南深、东北浅的类克拉通盆地,沙雅隆起冲断带以北具前陆盆地性质,早二叠世继承了晚石炭世的构造格局,但有多期岩浆喷发或侵入;晚二叠世由于周围山脉的抬升,塔里木沉降为陆内盆地。三叠纪—侏罗纪,随着古特提斯洋的消亡,塔里木处于前陆断陷盆地的发展阶段。早侏罗世断陷盆地进一步扩大而演化为坳陷盆地,以库车盆地发育最好,主要为陆源碎屑岩及含煤建造,白垩纪—古近纪随着印度板块与亚欧大陆的碰撞,天山、昆仑山的抬升,古气候向干旱炎热的大陆性气候演化,形成了前陆断陷盆地内巨厚的红色陆相碎屑沉积,仅塔西南坳陷区保留了部分残余的特提斯海。新近纪发展为统一的陆内坳陷盆地,由于喜马拉雅运动,盆地周围造山带的快速抬升,塔里木盆地的迅速沉降,使新近纪红层被盖式超覆于老地层之上,造就了现代塔里