

新疆北部固体地球科学系列书

额尔齐斯构造带构造演化 与成矿系列

张湘炳 隋静霞 李志纯 黄怀勇 著
刘·伟 杨新岳 刘顺生



科学出版社

新疆系学科书序

新疆地域辽阔,地质构造复杂,蕴藏着丰富的地下矿产资源,是尚待开发的一块宝地。研究新疆地质构造及矿产分布规律,为我国西部地区经济腾飞做好资源准备,是地球科学工作的战略性任务。国家第七个五年计划期间,由新疆维吾尔自治区人民政府、中国科学院及地质矿产部主持了国家科技攻关项目《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》(简称“国家三〇五项目”)。中国科学院所属地质研究所、地球化学研究所、长沙大地构造研究所、南京地质古生物研究所、遥感应用研究所、地球物理研究所、中国科技大学、新疆地理研究所及高能物理研究所等十多个单位的300余名科技人员积极参加了三〇五项目的研究工作,承担了十余个课题的研究任务。五年来,在三〇五项目委员会及中国科学院资源环境科学局的领导下,广大科技人员努力奋斗,在基础地质、成矿理论及技术方法等各领域中都取得了一批丰硕的研究成果。

《新疆北部固体地球科学系列书》是中国科学院一些研究单位参加三〇五项目成果体现方式之一。1990年,三〇五项目的各个课题组经过评审,都向三〇五项目办公室提交了最终科研报告,其中包括了中国科学院的有关研究所的十余份报告。这些科研报告内容丰富、资料翔实、图件齐备,是中国科学院参加三〇五项目研究工作重要的成果。但由于各课题组提交报告的时间仓促而又紧迫,使若干重大理论问题考虑或讨论得不够深透;另外,科研报告篇幅一般过大,都是洋洋近百万言,使一些读者参阅困难;再者,这些科研报告份数很少,只能在个别读者中流通。为了弥补这几方面的不足,使科研成果能够发挥更大的效益,经过多次蕴酿,在中国科学院资源环境科学局和科学出版社的大力支持下,决定出版《新疆北部固体地球科学系列书》。它包括一系列专著,是在科研报告的基础上经过提炼升华、去粗取精、深入加工而得到的第二次成果。系列书将包括下列专著:《新疆北部固体地球科学新进展》;《西准噶尔地区岩浆活动与金矿化作用》;《新疆北部地区地质矿产遥感》;《新疆北部花岗岩》;《新疆北部火山岩》;《额尔齐斯构造带构造演化与成矿系列》;《新疆北部地质演化及成矿规律》;《新疆北部蛇绿岩地质特征及其构造意义》等。

多年来,三〇五项目委员会、中国科学院资源环境科学局、新疆地质矿产局、新疆有色金属公司、中国科学院新疆分院、三〇五项目办公室等给予中国科学院各课题以极大的支持和热情的指导,在此谨向上述单位的领导和同志们表示深切的感谢。

涂光炽

1992. 2. 28

新疆北部固体地球科学系列书

编辑委员会

主 编：涂光炽

副主编：王中刚 沈远超 郭华东

编 委：涂光炽 王中刚 沈远超

郭华东 赵生才 张 弛

张湘炳 于学元 胡寿永

张汝玫

前 言

本书是在完成国家“七五”重点科技攻关项目——《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》(简称“305项目”)中《额尔齐斯构造带构造演化与成矿系列研究》课题研究报告的基础上修改而成。书中所指的“额尔齐斯构造带”，系指新疆北部北起中俄、中蒙边界，南抵准噶尔盆地北缘，包括阿尔泰山及其山前地带，面积约6 000km²的地带。

近年来，我们把构造作用、构造变形及变质作用与成矿物质运动紧密结合起来，把构造单元与成矿物质单元的形成、演化视为统一的整体，对研究区的区域地质构造格局；构造变质作用及变质相带的划分、形成演化；主干断裂带的变形及其动力学问题；构造-岩浆带的划分及演化；地球物理及同位素特征作了较为系统的研究。在获得丰富的实际资料和大量数据基础上，对研究区的大地构造内生体制及其演化机理进行了探讨；从构造动力成矿学的角度，对研究区的构造成矿系列，构造成矿区(带)的划分及时空分布规律作了阐述；对典型的构造成矿系列作了分析，建立了典型的构造成矿模式，进行了成矿预测。

这是一项集体研究成果，广大科研人员为此付出了艰苦和辛勤的劳动；也包括了我所行政后勤人员所作的贡献。编写工作由张湘炳(绪言，第一、七章，结论)，隋静霞(第二章)，李志纯(第八章)，刘伟(第四章)，杨新岳(第一、三、七章)，刘顺生(第六章)，黄怀勇(第五章)完成。最后，由张湘炳修改定稿。图件清绘由漆淑琴同志完成。参加部分野外科学考察的科技人员还有：陈康传、谭克仁、顾焕明、钟正春、董平同志。

在研究工作中，受益于中国科学院院士陈国达教授的学术指导；新疆维吾尔自治区人民政府和中国科学院各级领导曾给予了很多支持和鼓励，特别是中国科学院原资源环境科学局和国家305项目办公室，中国科学院长沙大地构造研究所，中国科学院新疆分院开发办公室，为完成科研任务作了大量的组织领导工作；新疆有色金属总公司及其所属地质队；新疆地质矿产局及其所属地质队，提供了许多有益的地质资料，仅以此书的出版，向上述各单位和个人，致以诚挚的谢意！

限于时间、水平，书中错漏或不当之处，热切希望读者指正。

张湘炳

1993. 10. 于长沙

目 录

序

前言

第一章 区域构造格局概述	(1)
第一节 区域构造基本特征	(1)
第二节 褶皱构造	(2)
第三节 断裂构造	(6)
第二章 变质作用及时空演化特征	(9)
第一节 变质地质单元与变质特征	(9)
第二节 变质岩系特征及原岩恢复	(15)
第三节 变质作用与构造活动	(30)
第四节 构造环境分析	(32)
第五节 韧性剪切带的变质作用	(41)
第六节 变质作用与变形作用的时空演化特征	(44)
第三章 主干断裂带变形分析	(50)
第一节 断裂带变形研究回顾	(50)
第二节 断裂带变形构造特征	(52)
第三节 断裂构造岩的变形分析	(58)
第四节 糜棱岩显微构造的流变学意义	(76)
第五节 主干断裂带的变形机制	(82)
第四章 构造-岩浆带特征及其成因、演化	(85)
第一节 构造-岩浆带的划分	(85)
第二节 构造-岩浆带岩浆岩类的形成时代及其地质产状	(87)
第三节 构造-岩浆带岩浆岩类的岩石学特征	(95)
第四节 岩石化学	(98)
第五节 成因类型	(110)
第六节 稀土元素分布模式	(113)
第七节 微量元素地球化学特征	(118)
第八节 不同成因花岗岩的锶同位素储源	(125)
第九节 花岗岩类及其它岩浆杂岩形成的大地构造环境	(127)
第五章 构造地球物理特征	(131)
第一节 岩石物性	(131)
第二节 重磁场特征	(132)

• v •

第三节	地壳厚度分布	(136)
第四节	关于南北向构造	(137)
第六章	同位素年龄及其特征	(139)
第一节	同位素地质年龄测定	(139)
第二节	同位素地质年龄特征	(153)
第三节	额尔齐斯构造带的热历史和构造上升历史探讨	(159)
第七章	大地构造演化体制及机理	(163)
第一节	概述	(163)
第二节	大地构造单元的划分	(164)
第三节	大地构造演化体制	(170)
第四节	大地构造演化机理	(174)
第八章	构造成矿系列及成矿预测	(178)
第一节	构造成矿域和构造成矿带的划分	(178)
第二节	阿尔泰山前-矿山阿尔泰铜多金属构造成矿系列	(179)
第三节	成矿规律与区域矿产预测	(193)
结论		(199)
主要参考文献		(202)

第一章 区域构造格局概述

区域地质构造特征是地壳在漫长的演化历史中所形成的,它记载了地壳在其形成和演化中历次构造运动和地壳变形的痕迹。本章侧重从构造变形的角度,讨论区域构造线的空间展布格局及所反映的区域构造演化的特点。

第一节 区域构造基本特征

阿尔泰山脉和准噶尔盆地的北缘地区古生代期间属于中国北方巨大的弧形地槽——天山-兴安地槽的一部分。古生代,特别是晚古生代是阿尔泰地区地壳演化的重要阶段。由于NW走向的地槽沉降带在NE-SW方向的水平挤压应力作用下,造成大规模地壳缩短,岩层褶皱,先期的地槽沉降区相继褶皱隆起,发生典型的地槽褶皱造山作用。现今我们所观察到的发育于古生代地槽褶皱基底之中的大型NW向紧密褶皱和走向冲逆构造主要形成于地槽褶皱造山时期,伴随这些构造的形成和地壳的加厚作用,导致了大规模深熔作用的发生和重熔岩浆侵入。古生代末,阿尔泰造山带最终形成,奠定了区域构造格局(图1-1),其基本特点有:

1)主体构造线呈NW-SE走向,古生代褶皱基底中的紧密性褶曲及走向冲断构造走向与区域构造线方向一致。主要断裂的活动性质表现为北东盘(上盘)依次向南西盘(下盘)逆冲,为高角度逆断层。

2)准噶尔盆地东北缘二台-阿尔曼特一带的区域性褶皱和断裂构造也呈NW-SE走向,而准噶尔盆地西北缘的布尔津-和布克赛尔一带的区域性褶皱和断裂构造,由NW向SE逐渐变化,由科克森套地区的NWW走向变到萨吾尔山地区的E-W走向,直到沙尔布提山地区的NE走向。如将准噶尔盆地西北缘和东北缘地区的区域构造相连,发现准噶尔盆地北缘存在一个大型的向北凸出的弧形构造带。据黄苏^①和蓝廷计^②研究,准噶尔盆地中存在前寒武纪刚性基底。而其周围的古生代地槽褶皱带是地槽沉积物发生相对“韧性”的变形所致。这一构造格局的现象与糜棱岩中围绕刚性残斑发育弯曲的韧性基质的现象极为相似。

3)在依来克大断裂以北的哈拉斯至友谊峰一带的构造线方向为S-N走向,并在早古生代的褶皱基底中出现NE走向的紧密、倒转褶曲,与依来克大断裂以南的阿尔泰山前地带的构造线方向呈现极大的不协调。

4)阿尔泰造山带中以断裂构造极为发育为典型特征。其一为NW走向的高角度冲断

① 黄苏,1984,新疆大地构造基本特征及其形成机制,大地构造与成矿学。

② 蓝廷计,1986,西准噶尔推覆体及其演化,新疆地质。

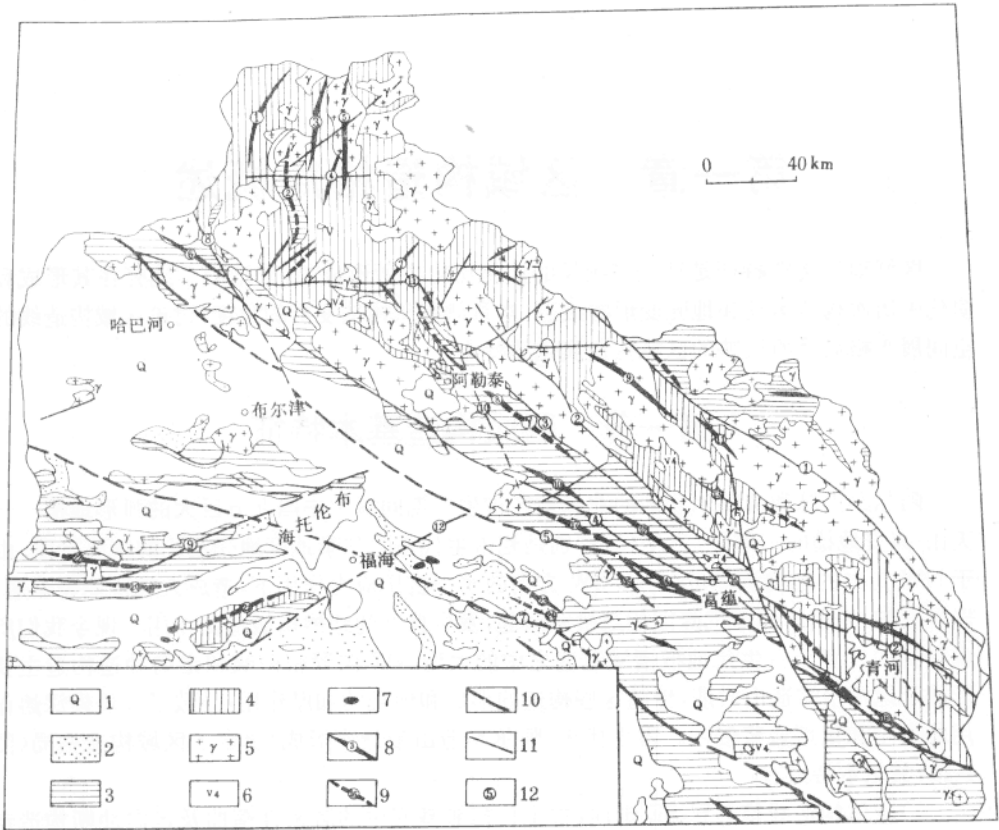


图 1-1 阿尔泰山及准噶尔盆地北缘区域地质图

1. 第四系; 2. 第三系; 3. 晚古生界; 4. 早古生界; 5. 花岗岩类; 6. 基性岩; 7. 超基性岩; 8. 背斜及编号;
9. 向斜及编号; 10. 深大断裂; 11. 壳断裂; 12. 断裂及编号

构造;其二为NNW走向的右型走滑平移断裂。前者为NE-SW水平挤压应力作用下形成的收缩冲断构造;后者为NE-SW挤压力作用下沿最大剪应力面形成的一组剪破裂。这些断裂具有多次继承性活动的特点。古生代地槽褶皱造山期间,伴随岩层褶皱,断裂的逆冲叠置是造山运动的重要构造机制之一;在中新生代地洼构造活动阶段,断裂的继承性活动不仅是地洼阶段的构造活动重要形式,而且是地洼阶段再次造山活动的主要构造机制。

第二节 褶皱构造

额尔齐斯地区的褶皱构造绝大部分为发育于古生代褶皱基底中的线性紧闭褶皱,为典型的地槽型褶皱。其展布方向具有明显的规律性,阿尔泰山脉之中褶皱构造的轴线主要呈 290° — 310° 展布(图 1-1),其形态大多为两翼陡倾,轴面近直立,转折端向北西作小角度倾伏的线性紧闭褶皱。由于加里东末期—海西期曾发生大规模岩浆活动和断裂逆冲推覆,许多褶皱的形态被破坏,在长期的挤压力作用下,岩层强烈劈理化,发生强烈的面理置换

作用,在泥盆纪片理化火山岩中大量发育片内无根褶皱。剖面中一些受断层和侵入岩扰动不太强烈的褶皱,两翼可保持基本对称的形态(图 1-2)。挤压变形强烈的额尔齐斯挤压带中,褶皱形态极为复杂,单个褶皱常呈同斜倒转形态,并伴有强烈的构造面理置换。阿尔泰山前地带的 NW 向褶皱,主要形成于海西期。

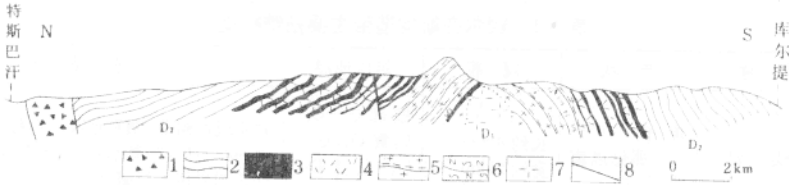


图 1-2 库尔提溪中游褶皱构造剖面图

- 1. 碎裂岩;2. 片岩;3. 角闪岩;4. 变质酸性火山岩;
- 5. 混合岩;6. 片麻岩;7. 混合花岗岩;8. 断层

阿尔泰山区的哈拉斯至友谊峰地区的构造格局与阿尔泰山前地区很不协调,以 EW 走向的依来克大断裂分界,南侧为 NW 向构造格局,北侧为 S-N 向甚至 NE 向的线性紧闭褶皱,且大型褶曲多呈“S”型弯曲。据研究,哈拉斯地区的浅变质岩中发现有震旦纪的微体古植物分子;在该区的黑云母花岗岩中测得有 440Ma 的同位素年龄值,且该区的上奥陶统不整合于哈巴河群之上。据此可以认为,该区存在有早古生代—震旦纪的基底岩石,早古生代末以来该区为长期隆起的区域,NE 走向的褶皱形成时代较 NW 走向褶皱老,主要形成于兴凯运动和加里东造山运动,后期受海西造山运动的影响,褶皱形态改造成“S”形。

研究区西南部的萨吾尔山和沙尔布提山区,属于准噶尔盆地北缘晚古生代弧形褶皱带西端,其褶皱构造的方向呈 E-W 或 NEE,褶皱紧密程度较阿尔泰山区低,无倒转和同斜褶皱,且保存较为完整(图 1-3)。

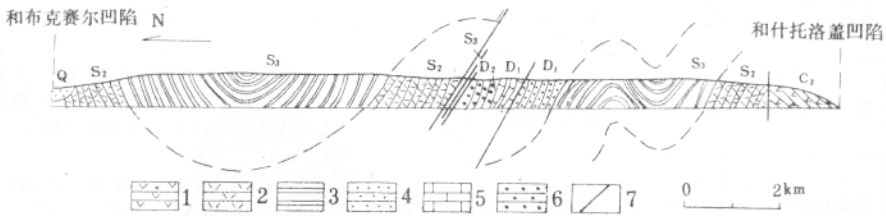


图 1-3 沙尔布提山构造剖面

- 1. 陆相安山-流纹岩;2. 火山碎屑岩;3. 薄层火山凝灰质砂岩;
- 4. 砂岩、粉砂岩;5. 碳酸盐岩;6. 凝灰质砂岩、砾岩;7. 断层

由于额尔齐斯地区缺中生代的沉积岩层,印支—燕山构造阶段形成的褶皱少见,但在乌伦古河流域的哈拉斯陶卡地区见有第三系岩层形成的平缓开阔褶皱,为地洼型褶皱(参看图 1-1,编号为⑳、㉑)。其特点是:背、向斜相间产出,轴向 295°。背斜核部由下第三系古

新统一始新统红砾山组砂质粘岩和砂岩组成,背斜长达40km,宽约20km,两翼产状为正常层序,倾角 5° — 10° 。而向斜核部由上第三系的砂砾岩组成,两翼则由下第三系的乌伦古河组 and 红砾山组组成,两翼倾角 8° — 9° 。总之,新生代第三系岩层形成的褶皱构造,形态上属于平缓对称褶皱构造,为喜马拉雅构造阶段形成的褶皱构造代表,褶皱轴面呈NW走向,表明喜马拉雅运动阶段该区仍经历了NE-SW方向的挤压。

综合额尔齐斯地区主要区域性褶皱构造的特点,将其归纳成表1-1。

表 1-1 额尔齐斯构造带主要褶皱构造

编号	名称	产状	规模	组成地层	形态特征
1	那伦复背斜	走向 10° — 15° , 那伦以南为SN向	长约60km 宽约20km	核部 $\in -O_3$, 西翼 O_3 , $\in -O_3$, 东翼 D_1 , $\in -O_3$	紧闭线性褶曲, 两翼地层不对称; 西翼倾角为 60° — 70° ; 东翼倾角 50° — 60° , 且被海西期花岗岩侵入所破坏
2	哈拉苏复背斜	走向呈 NNE 至 S-N 向, 呈“S”形	长约80km 宽约20km	核部 D_3 , 两翼 $\in -O_3$	线性褶曲, 两翼产状不对称; 东翼倾角 30° — 40° , 西翼倾角 60° — 70° ; 向斜北端被海西期花岗岩及 EW 走向的断层破坏
3	色姆卡背斜	走向 SN 或 NNE, 呈“S”形	长60km 宽5—10km	$\in -O_3$	紧闭线性褶曲, 东西两翼产状基本对称, 倾角均在 70° 左右, 受花岗岩侵入而破坏
4	降莫给托向斜	走向 NNE	长20km 宽5km	$\in -O_3$	短轴状, 东翼倾角 60° , 西翼倾角 50°
5	土尔滚背斜	走向 SN 或 NNE, 北端偏转, 呈“S”形	长90km 宽25km	$\in -O_3$, 核部为南北轴向的大型加里东期花岗岩	由于加里东期和海西期花岗岩的破坏, 该背斜保存很不完全
6	札曼哈巴河背斜	走向 300°	长35km 宽12km	核部 D_2 , 北东翼 D_{2-3} , 南西翼 D_{2-3}, C_1	线性紧闭褶曲, 北东翼倾角陡达 80° , 南西翼倾角 50° 左右, 局部倒转, 两翼均遭受海西期花岗岩侵入
7	苏木达依克复背斜	走向 35°	长20km 宽10km	$\in -O_3$	由多个紧闭线性的背、向斜构成, 褶皱南西端被 EW 向的依来克断裂切割
8	克兰复向斜	走向 300°	长约100km 宽约30km	核部 D_2 , 北东翼 S_{2-3} , 西南翼 D_2	紧闭褶曲, 近轴部两翼基本对称, 北东翼倾角 60° — 70° , 南西翼倾角 40° — 50° , 西段局部倒转并发生强烈的构造面理置换
9	哈龙复背斜	走向 290° — 310° , 倾伏角 5° — 20°	长约60km 宽40km	S_{2-3}	两翼基本对称, 紧闭性褶曲; 向北西倾伏; 核部被海西早期侵入的花岗岩占据
10	达罕第尔背斜	走向 290°	长约80km 宽大于20km	核部 D_1 北翼 D_2 南翼 D_2, C_2	紧闭性褶曲, 两翼不对称, 北翼倾角 70° 左右, 南翼地层出露不完整
11	喀依尔提背斜	走向 310° , 向 NW 倾伏	长约40km 宽约10km	O_{2-3}	紧闭褶曲, 两翼对称, 北翼倾角 55° — 60° , 南翼倾角 70° — 75°

续表 1-1

编号	名称	产状	规模	组成地层	形态特征
12	苏普特背斜	走向 300°, 向 SE 倾伏, 倾伏角 10°—15°	长约 50km 宽约 10km	核部 D ₁ 两翼 D ₂	线性紧闭褶曲, 两翼对称; 北翼倾角 60°—80°, 南翼倾角 50°—75°, 发育极完整, 卫片影象清晰
13	库威背斜	走向 300°, 向 NW 倾伏, 倾角 50°	长约 70km 宽约 7km	核部 O 两翼 S	线性紧闭褶曲, 两翼对称, 东南段被 NNW 向的右平型错断裂切割
14	铁开乃托背斜	走向 290°—310°	长约 40km 宽 2—3km	C ₂	线性褶曲, 但两翼较开阔, 倾角 35°—65°, 两翼被小型褶曲复杂化
15	沙尔布拉克向斜	走向 310°	长约 35km 宽约 3—5km	C ₁	线性紧闭褶曲, 两翼对称, 北翼倾角 70°—80°, 南翼倾角 60°—75°
16	乌恰山背斜	走向 310°	长约 30km 宽约 5—10km	D ₁	线性紧闭褶曲, 基本对称, 倾角 60°—80°
17	额尔齐斯复向斜	走向 295°	长约 60km 宽约 20km	C ₂	由多个背向斜构成的褶皱群, 单个褶曲均呈紧闭线性甚至倒转, 形态复杂并伴有冲断推覆构造, 为典型的构造挤压带褶皱构造群
18	布勒克复式背斜	走向 290°—310°	长约 45km 宽约 10km	O ₂₋₃	线性紧闭褶曲, 两翼不对称, 西段两翼地层均向 NE 倾, 倾角 50°—70°, 构成同斜褶曲, 而东段两翼地层正常, 倾角较大
19	玛因鄂博背斜	走向 290°—310°	长约 55km 宽约 10km	D ₁	线性同斜倒转褶曲, 南翼倾向东北, 发生倒转, 北翼正常
20	萨吾尔山南坡向斜	走向 270°—280°	长约 25km 宽约 8km	核部 C ₁ 两翼 D ₃	褶皱形态开阔, 两翼正常, 倾角均为 50°—60°
21	沙尔布提山向斜	走向 76°	长约 35km 宽约 4km	核部 S ₃ 两翼 S ₂	形态开阔, 两翼对称, 倾角 60°左右; 南翼遭断层逆冲破坏
22	哈拉巴依向斜	走向 280°	长约 30km 宽约 10km	C ₁	对称开阔褶曲, 两翼倾角为 60°左右
23	哈拉斯陶卡向斜	走向 300°	长约 40km 宽约 17km	核部 E ₁ 两翼 N	平缓对称褶皱, 北翼倾角为 5°, 南翼 8°—10°
24	哈拉斯陶卡向斜	走向 300°	长约 20km 宽约 10km	两翼 E 核部 N	平缓对称褶皱, 两翼倾角 8°—9°

第三节 断裂构造

额尔齐斯地区断裂构造极为发育,这些断裂构造多在古生代基底上破裂而成,其活动历史和变形特征直接反映了该区的构造活动历史和地壳变形状态。

区内主要区域性断裂的展布方向有NW-SE,NNW-SSE、E-W及NE-SW四组。这些大型断裂带的延长均大于100km,断裂带宽度从数百米到数公里,构成了该区主干断裂系统。海西期构造阶段是这些断裂带形成和发展的重要阶段,是在地壳大规模缩短和挤压造山的构造环境下形成的,为造山带深部过程在浅部的直接构造效应。由于断裂带构造活动的不均匀性,导致额尔齐斯地区区域性地壳变形的不均匀,以及构造-岩浆活动和地壳结构也呈现相应的不均匀性,构成了该区构造变形,岩浆活动以及地球物理场的复杂格局。

NW-SE走向的大型断裂带为阿尔泰褶皱山系的主构造线,从北往南依次有库热克特-红山嘴断裂(①号),巴寨断裂(②号),阿巴宫-库尔提断裂(③号),克兹加尔-特斯巴汗断裂(④号),额尔齐斯断裂(⑤号),乌伦古断裂(⑦号)。这些断裂带的延伸均大于200km。特别是额尔齐斯和乌伦古断裂带,延长大于400km,向东和向西分别延入蒙古和原苏联境内。额尔齐斯断裂与原苏联境内同名构造带相连,而与蒙古境内的中蒙古深断裂相连;在中国境内主要表现为狭长带状展布的强烈挤压带,即额尔齐斯挤压带。在乌伦古断裂中,在国境内发育超基性岩带,向西延伸与原苏联斋桑断裂带相连,往东与蒙古戈壁阿尔泰南缘深断裂相接。这两条断裂(带),对额尔齐斯地区大地构造演化、地壳结构及变形状态具有重要影响。其它几条NW走向的主干断裂为发育于地壳范围内的大断裂,它们在地表表现为一组密集的NW走向断裂构造。在构造带内,岩石变形强烈,构造岩发育,常出现不同性质构造岩叠加,强烈韧性变形的糜棱岩遭受破碎,反映断裂多期活动的特点。断裂带中各次级断层倾向北东,而倾角较大(70°以上),运动方向为北东盘向南西盘逆冲,因此,NW向断裂带本身就是一个叠瓦式冲断构造带。在阿尔泰造山带中,发育多条冲断构造带,是阿尔泰造山带的一个显著特点,反映了NW向冲断构造带在阿尔泰造山作用中起着重要的作用。在地层褶皱缩短的背景下,使古生代地层发生大规模逆冲叠置,为地槽褶皱带造山作用中重要的构造机制之一。

呈NNW走向的大断裂主要发育于阿尔泰山前地带,割切和错断NW走向的断裂,在卫星照片上具有非常清晰的线性影象。活动历史长,新生代仍有强烈活动,为北疆重要的发震构造。卫星照片上观察NNW走向的二台-可可托海断裂对花岗岩体具有明显的右型平错;而野外观察断层面上存在两组叠加的擦痕构造。反映了两期以上的断裂活动特征。早期东盘以较大倾伏角(70°左右)相对西盘作右型斜滑,断层性质为右型平移-正断层;晚期斜滑,侧伏角较小(30°左右),断层性质为正-右型平移断层。

EW走向的断裂主要发育于阿尔泰山区的早古生代褶皱基底中,以依来克大断裂(⑩号)为代表,在卫星照片上具有较清晰的线性影象。在区域构造格局上,哈拉斯地区南北向和北东向构造型相与阿尔泰山前的北西构造型相以该断裂为界截然分开,该断裂北盘以南北向和北东向呈“S”型的褶皱构造为主,而南盘则发育北西向断裂。因而,该断裂很可

能为该区的一条古构造单元的边界。

额尔齐斯地区主干断裂的地质、地球物理特征见表 1-2。

表 1-2 额尔齐斯地区主干断裂(带)特征

编号	名称	产状及规模	地质特征	地球物理特征	活动时代及特征
1	库热克特-红山嘴断裂	走向 320°左右,倾向 NE, 倾角 80°—85°。中国境内延伸 230km, 碎裂糜棱岩带宽约 200—300m。往北西延伸进入蒙古境内	右型平移逆断层, 北东盘为 D ₂ —C ₁ 的低温低压变质相系, 出现 EW 向褶皱系列; 南西盘为高温中压的相系奥陶系混合岩。断裂切割了海西晚期花岗岩, 控制了中泥盆纪的火山喷发	待研究	强烈活动于海西中晚期, 中生代表现在块断抬升。可能形成于海西早期
2	巴黎断裂	走向 310°—320°, 倾向 NE, 倾角 70°—80°, 长约 200km, 发育 100—200m 糜棱岩带	右型平移逆断层, 上盘志留系片岩被逆冲于下泥盆统之上。断裂控制了海西末期花岗岩体分布, 沿断裂有中基性岩脉	待研究	断裂形成于海西早期, 晚期强烈活动, 中生代强烈抬升
3	阿巴古-库尔提断裂	走向 310°—320°, 倾向 NE, 倾角 60°—80°, 宽 3km, 断续出现宽数百米的碎裂-糜棱岩	逆断层, 应力松弛阶段右型平移。具大规模推覆特征。对阿尔泰山前“S”型花岗岩及成矿带具明显控制作用。断裂内发育一组 NW 向高角度逆冲断裂为重要的成矿构造	处于一级重力梯度的北侧边界; 磁异常为线性负异常	形成于海西早期或加里东末期, 海西中期强烈活动, 并发生大规模逆冲, 韧性剪切; 中生代逆冲推覆强烈
4	克兹加尔特斯-巴汗大断裂	走向 300°—290°, 倾向 NE, 倾角 70°—80°, 延长达 200 多公里, 破裂-糜棱岩带宽约 100—200m	逆断层, 北东盘 D ₂ 逆冲于西南盘 C ₃ 之上; 沿断裂有大量基性岩和酸性脉岩侵入	处于一级重力异常的南侧边界, 航磁异常呈串珠状分布	形成于海西早期, 海西中晚期强烈活动, 中生代活动以逆冲为主
5	额尔齐斯深断裂	走向 280°—310°, 倾向 NE, 侧角变化大, 向深部变缓。北东端发育有宽达 100—80m 的碎裂糜棱岩带, 国内延长 400km	逆冲断裂; 断裂北东段 D ₃ 和 E ₁ 被大规模逆掩推覆; 岩石断裂, 变质强烈, 形成动力成因的混合岩带。北西端发育超基性岩	航磁异常呈条带状分布; 重力无明显反映; 北侧具一级重力梯度带	可能形成于加里东期, 海西期活动强烈, 中生代活动不明显
6	二台-可可托海断裂	走向 345°—350°, 倾向 E, 倾角 70°—85°, 延长约 170km, 破碎带宽约 100—500m	平移-正断层, 具两期以上错动, 断距平面上分量达数公里。断裂切割 O、S、D、C ₁ 等层; 沿断裂有海西期花岗岩侵入, 近代沿断裂带常发生地震	航磁异常线扭曲, 断裂两侧异常条带走向发生变化; 布格重力异常图上显示剧烈同型扭曲	可能形成于海西中晚期; 近代新构造活动强烈

续表 1-2

编号	名称	产状及规模	地质特征	地球物理特征	活动时代及特征
7	乌伦古深断裂	走向 290°—320°, 微呈弧形, 倾向 NE, 倾角 60°—70°, 长约 400km, 破碎带宽达 800m 以上, 并形成宽达数十公里的中新生代拗陷带	逆断裂, 切割 D、C ₁ 地层, 对中晚石炭纪的火山活动和沉积作用有重要的控制作用; 沿断裂带有大量碱性花岗岩侵入, 显示造山期后的拉张裂开性质	布格重力图上显示梯度带; 航磁图上显示线性异常	形成于海西早期或加里东末期; 海西中晚期沿断裂出现拉张构造环境; 中生代也显示拉张性质
8	萨热朔克断裂	走向 340°左右, 倾向 NE, 倾角 80°以上, 境内出露长度为 60km, 糜棱岩带宽 100—150m	右型平移-正断层。断裂切割了 D、O 地层和海西期侵入岩。断裂两侧构造线被错断达数公里	重力布格异常一级梯度带发生 NNW 方向的转折; 重力等值线扭曲	可能形成于海西中晚期, 近代新构造活动强烈
9	萨吾尔断裂	走向 60°—90°, 平面上呈向南凸的弧形, 倾向 N, 倾角 60°—70°, 延长 200km 以上	逆断层, 断层切割 D、C、P 地层; 断裂活动表现为向南的逆掩推覆	重力异常呈 NE 向线性展布, 与额尔齐斯断裂的 NW 向线性异常明显相交	可能形成于海西中期、晚期发生大规模逆掩, 中生代仍表现为逆冲
10	阿勒泰断裂	走向 340°左右, 由于 NW 向断裂的破坏, 倾向、倾角不明显, 延长约 150—200km	右型平错断裂, 向北延伸切割下古生界和 D, 向南延伸对海西中晚期侵入岩有一定程度的切错, 与 6、8 号断裂呈等距分布	一级重力梯度带发生往 NNW 方向的局部扭转, 断裂东西两侧异常有差别	可能形成于海西中晚期, 中生代活动不明显
11	依来克断裂	走向东西, 近直立, 延长 100km, 碎裂-糜棱岩化带宽 150—300m	切割 O _{2,3} 和海西期花岗岩, 沿断裂发育挤压片理化带; 分割了哈拉斯山区的南北向、北东向构造和阿尔泰山前的北西向构造	待研究	可能形成于加里东期
12	克拉玛依-乌尔禾断裂	走向 NE, 倾角、倾向因被覆盖而未能查明	为西准噶尔的克-乌断裂往北的推侧延伸部分, 区内全部覆盖; 南西段发育超基性岩带	重力梯度带明显, 断裂两侧异常走向明显不一致	形成于古生代, 中生代仍有活动

第二章 变质作用及时空演化特征

第一节 变质地质单元与变质特征

一、变质地质单元的划分

通过对研究区变质作用的研究,该区可划分出一级变质地质单元 1 个;二级变质地质单元 3 个;三级变质地质单元 6 个(表 2-1)。变质地质单元划分的原则如下:

表 2-1 变质地质单元的划分及其基本特征

变质地质单元的划分			变质期	编号	变质作用类型	变质相基本类型
变质区	变质地带	变质岩带				
天山·兴安变质区(1)	哈拉斯变质地带(1 ₁)	哈拉斯变质岩带	加里东变质期	I ₁₋₁	区域低温动力变质作用	低绿片岩相型
				I ₁₋₂		
	阿尔泰变质地带(1 ₂)	红山嘴变质岩带	海西变质期	I ₂₋₁	区域动力热流变质作用	板岩-千枚岩相型
		阿巴宫变质岩带		I ₂₋₂		低压型
		特斯巴汗变质岩带		I ₂₋₃		中压型
		额尔齐斯变质岩带		I ₂₋₄		低压型
	准噶尔-北天山变质地带(1 ₃)	乌伦古变质岩带	印支-燕山变质期	I ₃₋₁	埋深变质作用	葡萄石-绿纤石相型
				I ₃₋₂	断陷变质作用(亚型)	板岩-千枚岩相型

1. 一级变质地质单元(变质地区)

可概括数个时期和数个变质作用类型的变质岩系的地区。其变质作用具有共同的变质基底和大地构造发展演化的共同特征,未变质的盖层时代大体相当。

2. 二级变质地质单元(变质地带)

在同一变质地区内,同一变质期并由同一变质作用类型的变质岩系组成。在相同的地区内存在着变质地质体,但变质作用时间有差异;或时间相同,但变质作用类型又不尽相同,均分属不同的变质地带。

3. 三级变质地质单元(变质岩带)

出现不同的原岩建造类型,在同一个变质地带内,以变质作用类型和变质作用时间为

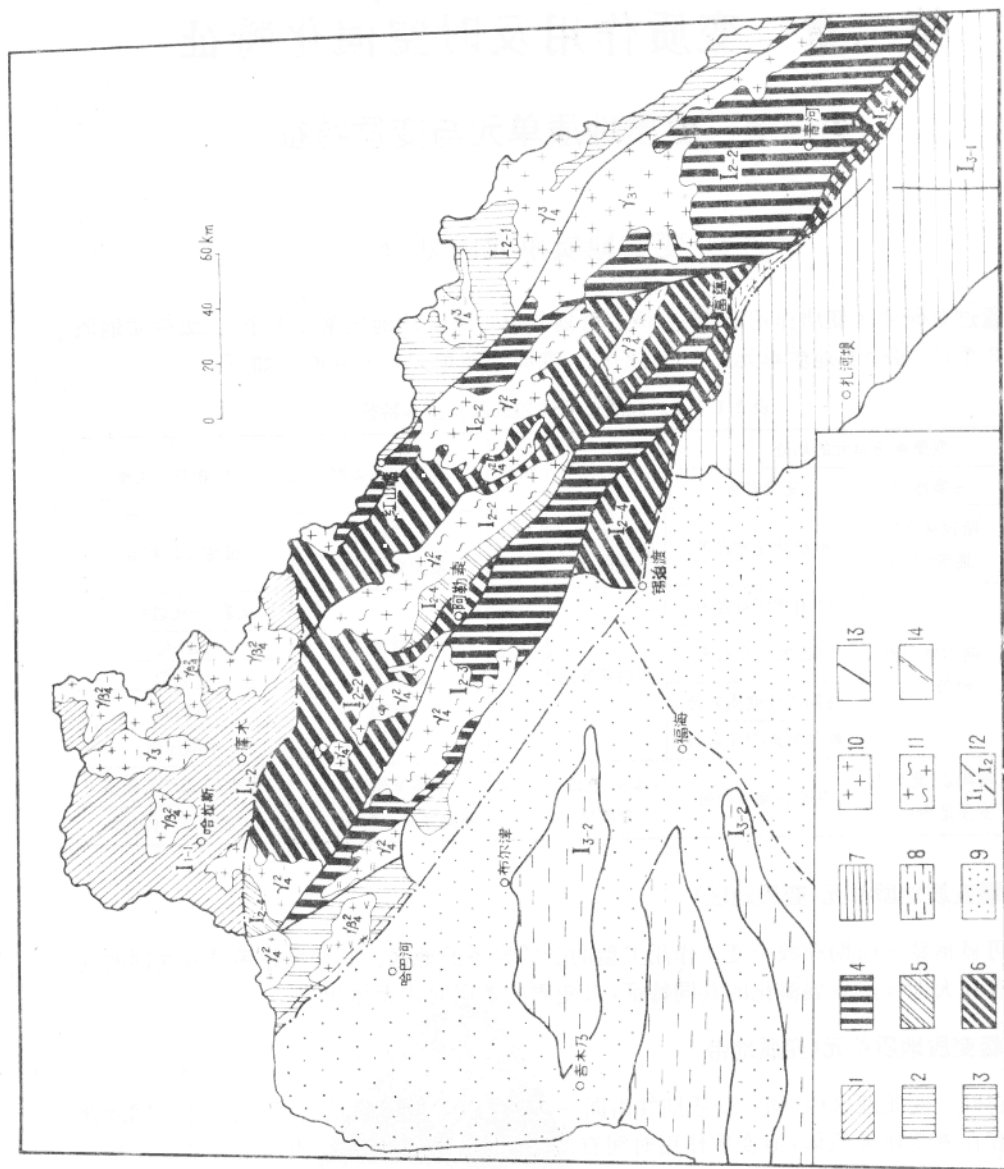


图 2-1 额尔齐斯构造带变质地质略图

1. 低绿片岩相, 区域低温动力变质作用; 2. 板岩-千枚岩相, 区域低温动力变质作用; 3. 低压绿片岩相, 区域动力热流变质作用; 4. 低压角闪岩相, 区域动力热流变质作用; 5. 中压绿片岩相, 区域动力热流变质作用; 6. 中压角闪岩相, 区域动力热流变质作用; 7. 葡萄石-绿帘石相, 埋深变质作用; 8. 断陷变质作用; 9. 新生代未变质盖层; 10. 花岗岩; 11. 片麻状花岗岩; 12. 二级变质地质单元界线; 13. 三级变质地质单元界线; 14. 韧性剪切带的退化变质作用

依据,将同一时期不同变质作用类型或者不同时期的地质体,均划分为不同的变质岩带。在空间上毫无关系的同时代、同类型的变质体,不属同一构造相同的原岩建造带也划分为三级变质单元。

北疆额尔齐斯构造带在大地构造上横跨两个大地构造单元,从变质作用的角度出发,以额尔齐斯断裂、库木断裂为界,划分成三个变质地带,即哈拉斯变质地带、阿尔泰变质地带、准噶尔变质地带。然后再划分为六个变质岩带。

区内各变质地带及变质岩带明显地受各级构造的控制,尤其是较老的变质岩带更为明显。由于变质作用类型的不同、变质岩带的不同,反映了不同的构造环境和沉积条件。区内的变质作用类型和变质地质单元的划分如下图(图 2-1)。

二、变质带的变质作用基本特征

1. 哈拉斯变质地带(I_1)

位于库木断裂以北的西、北、东部与原苏联、蒙古接壤。带内经历了晋宁期(?)、加里东期的变质作用,是一次区域性的低温动力变质作用,以低绿片岩相型的变质为其特征。变质岩石为寒武纪—奥陶纪地层,原岩为一套冒地槽型火山-碎屑岩、沉积岩建造。在晚奥陶世该带有少量的火山喷发,以海底喷发-沉积为主。寒武纪—奥陶纪为变质砂岩-泥岩、粉砂岩组成,而上奥陶统一下泥盆统则无变质或轻微变质。在哈拉斯见上奥陶统不整合在寒武系—奥陶系第四亚群之上和下泥盆统的不整合面之上。在早奥陶世地层底部有花岗岩的砾石,砾石钾-氩法同位素年龄值为 517—388Ma。在加里东期的褶皱造山运动、区域性应力作用下,温度有所升高,形成浅变质的板岩、千枚岩、变质砂岩等,属低绿片岩相。岩层褶皱紧密,流劈理发育。与褶皱回返同时发生一次以应力为主导的变质作用,整个阿尔泰地区可能均受到影响,形成本地区褶皱基底,是北疆最早的变质作用。该期变质作用与 NNE 向和 EW 向的构造线关系十分密切。在库木以南、琼库尔以北广大奥陶系出露地区,仍然存在加里东期的变质作用,并被后期的变质作用所叠加,岩石属低绿片岩相组合。在库木断裂带上有基性-超基性岩侵入中晚奥陶世地层中,并被海西花岗岩切割。岩体呈椭圆形的岩株及岩枝,以橄榄岩类、苏长辉长岩类、角闪岩类为主,沿库木断裂呈线型展布,可能为加里东期的幔源物质沿 EW 向断裂侵位。加里东期褶皱回返,形成广泛的区域性低温动力变质线型紧闭褶皱,原始层理(D_0)被千枚岩-板岩型变质作用的轴面劈理所代替(D_1)。

2. 阿尔泰变质地带(I_2)

指库木断裂以南、额尔齐斯断裂以北的广大地区,这一地带的地质发展史表现出多次构造热事件的影响,变质作用类型较为复杂。在区内有北部的区域低温动力变质作用的板岩-千枚岩相型的低绿片岩相,变质岩组合可能为加里东早期褶皱变质基底,受加里东晚期的变质作用影响。在阿巴宫断裂以北的广大地区内,奥陶纪—志留纪变质地层中有晚加里东期的哈龙-巴利尔斯岩体,全岩铷锶等时线年龄 $401 \pm 3\text{Ma}$ 和 376Ma 的早期变质年龄,说明阿尔泰变质作用是在加里东期变质基底的基础上,经海西期褶皱回返叠加了区域