



中国地质调查成果  
CGS 2016-021



ZHONGGUO TIANSHAN JI  
LINQU DIZHI

# 中国天山及邻区地质

徐学义 王洪亮 陈隽璐 等著

地质出版社



地质调查“西北地区重要成矿带基础地质综合研究”（项目编号：1212010610319）  
基础地质综合调查与片区总结”（项目编号：1212011220649）“天山成矿带基础  
地质综合研究”（项目编号：1212011085055）联合资助

# 中国天山及邻区地质

编写单位 中国地质调查局西安地质调查中心  
(西安地质矿产研究所)

单位负责人 李文渊

总工程师 徐学义

项目负责人 徐学义 王洪亮 陈隽璐

主要编写人员 徐学义 王洪亮 陈隽璐 李智佩 马中平 校培喜  
朱涛 李平 唐卓 李向民 张二朋 冯益民  
孙吉明 王居里 朱宝清 胡云绪 谢从瑞

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书以板块构造、超大陆旋回及现代地球科学系统理论为指导,通过对天山及邻区已完成的区域地质调查报告及最新的科研成果进行系统梳理,系统开展了该区造山带(成矿带)区域构造、区域地层、岩浆作用、变质作用、成矿地质背景等方面的综合研究,对天山造山带构造演化过程中若干重要地质问题开展较深入的探讨。该研究成果可为该区矿产资源调查与评价、国土资源规划、地质科学研究、地质灾害防治及环境整治等提供新的系统的基础地质资料。

本书为该区研究程度较高的基础资料,可供从事地质调查、矿产勘查、环境调查等工作的相关人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

中国天山及邻区地质 / 徐学义等著. —北京:地质出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-116-09201-3

I. ①中… II. ①徐… III. ①天山-区域地质 IV. ①P562.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 272965 号

---

责任编辑:吴宁魁 李 华

责任校对:张 冬

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) 66554528 (邮购部); (010) 66554627 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 66554686

印 刷:北京地大彩印有限公司

开 本:889 mm × 1194 mm <sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印 张:25.75

字 数:760 千字

版 次:2016 年 11 月北京第 1 版

印 次:2016 年 11 月北京第 1 次印刷

审图号:GS (2016) 2353 号

定 价:98.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09201-3

---

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

# 前言

## 一、研究范围、任务、目的

本书为中国地质调查“西北地区重要成矿带基础地质综合研究”（项目编号：1212010610319）、“西北基础地质综合调查与片区总结”（项目编号：1212011220649）和“天山成矿带基础地质综合研究”（项目编号：1212011085055）联合资助的专题成果之一，是中国地质调查局西安地质调查中心（西安地质矿产研究所）2007年出版的《中国天山及邻区地质图（1：100万）》（含说明书）的姊妹篇，二者既可相互配合使用，互为补充，又各具独立性。目的是系统地对天山及邻区的地质特征进行客观综合与总结，并根据国土资源大调查的新成果对区内一些重要区域地质问题进行研究，为矿产资源调查与评价、国土资源规划、地质科学研究、地质灾害防治及环境整治等提供新的系统的基础地质资料，为国土资源的可持续利用、国民经济的可持续发展提供科学依据。

研究区范围与《中国天山及邻区地质图（1：100万）》一致，包含了中国天山、北山造山带及相邻的准噶尔、阿尔金、祁连造山带的部分地区；西部及北部以国界为界，南含塔里木盆地北部，东至祁连山西端。天山包含习称的北天山、中天山和南天山。地理坐标为东经 $74^{\circ}00'$ ~ $101^{\circ}00'$ ，北纬 $39^{\circ}40'$ ~ $46^{\circ}20'$ ；东西长2210 km，南北宽680 km，面积约为150万 $\text{km}^2$ 。

## 二、自然地理及矿产资源概况

天山是亚洲大陆最宏伟的山系之一，横贯新疆中部，西出国境延入吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦等国，东延经甘肃北山，没于内蒙古巴丹吉林沙漠，在我国境内绵延2200 km。由数列大致平行的山脉和嵌于其间的内陆盆（谷）地组成，最高点托木尔峰海拔7443 m，最低点艾丁湖海拔-155 m，构成气势雄伟壮观的地貌景观，成为分割南、北疆自然地理区系的系。

地质上，天山造山带处于古亚洲构造域的北部，是世界著名的大陆造山带之一，经历了漫长复杂的地质演化历史。天山造山带蕴藏有丰富的矿产资源，尤以铜、铁、铅、锌、镍、铬、金最为重要；油气、煤等能源及蒸发盐类矿产相当丰富，稀有、稀土、宝石等矿产也有一定远景。研究区涵盖了古亚洲成矿域中的三个二级成矿带（陈毓川等，1999），不仅是西北地区主要的矿产资源产地，也是我国矿产资源最具有潜力的地区之一。地质遗迹及地貌景观独特多样，蕴含了丰富的地质旅游资源。

## 三、以往基础地质工作程度

研究区先后开展过1：100万、1：50万及1：20万区域地质调查。1：20万区调（基岩区）基本上于20世纪80年代末完成。自20世纪60年代始，在一些成矿区带、地质关键地区及中心城市等有计划先后开展1：5万区调，主要集中在造山带，如天山完成近70幅。1999年国土资源大调查开始实施至今，在天山及邻区部署并完成1：25万区域地质图幅8幅（纸房幅、五堡幅、大黑山幅、笔架山幅、红宝石幅、马鬃山幅、新源幅、喀赞其幅），1：5万区域地质调查共完成26幅；全区1：20万区域重力调查和1：20万区域化探工作已基本完成。上述工作为天山及邻区基础地质综合研究的开展奠定了良好基础。

## 四、本次研究概况

### 1. 指导思想

1) 以板块构造、超大陆旋回及现代地球科学系统理论为指导,在编制出版《中国天山及邻区地质图(1:100万)》的基础上,依托新近开展的国土资源大调查项目,特别是区域地质调查项目新进展及资料,结合最新的科研成果,选择关键地质体或重要构造带进行野外调研,开展中国天山及邻区综合研究工作,以天山成矿带(造山带)为单元,提交相应成果。

2) 天山及邻区地质专著编写的初衷是:为读者提供一份既能反映天山成矿带(造山带)整体地质特征,明晰区域地质规律,又能了解不同地质体或构造单元比较详细的信息;既系统综合分析研究区的基本地质特征,又对重要的几个关键地质问题进行深入剖析,成为一部既能全面了解天山成矿带(造山带)地质矿产特征,又能引起读者更深入思考的工具书。

3) 本着基础地质工作为地质找矿服务的宗旨,本专著较为系统地对主要矿产形成的地质背景进行了综合分析,期望起到抛砖引玉的效果,以期对地质找矿工作有所帮助。

### 2. 主要进展

本次综合研究选择了重要的蛇绿(混杂)岩带(如唐巴勒、玛依拉山、达拉布特、白碱滩、阿尔曼泰、卡拉麦里、巴音沟、乌瓦门、红柳河及牛圈子等)、古生代特别是泥盆纪—石炭纪地层、重要的侵入岩,特别是古生代侵入岩发育地带(那拉提、东准噶尔、西准噶尔、北天山、巴伦台等)、重要构造带(中天山南、北缘构造带等)的关键地段及成矿有利地段(阿吾拉勒铁铜矿整装勘查区、东天山土屋—延东铜多金属成矿区)等开展了野外调研,综合分析研究已完成的区域地质调查报告及最新的科研成果,在2007年完成《中国天山及邻区地质图(1:100万)》出版工作的基础上,编写了本书。这是第一部将天山与北山作为一个整体,系统开展造山带(成矿带)区域构造、区域地层、岩浆作用、变质作用、成矿地质背景等方面综合研究,针对天山造山带构造演化过程中若干重要地质问题开展较深入的探讨的专著。主要进展如下:

1) 按照板块和缝合带为一级构造单元的划分思路,对天山造山带及邻区进行了三级构造单元划分,详细阐述了各构造单元的基本特征。

2) 依托众多的地质调查新资料,进行了地层区划,归纳总结了天山及邻区地层特征和时空演化规律,较系统地建立了天山及邻区基本地层格架。分析了前寒武纪、早古生代、晚古生代、中生代地层的组合、序列,重点探讨了与天山洋盆演化关系密切的古生代沉积构造格局。

3) 总结了天山及邻区侵入岩和火山岩的时空分布,分析了侵入岩浆作用、火山岩浆作用的岩石学、地球化学和时空分布特点,探讨了岩浆作用与构造演化的相互关系。

4) 系统总结了天山及邻区发育的蛇绿岩及高压—超高压变质岩带的组成、结构、形成时代、岩石组合及空间展布规律,分析了蛇绿岩形成的构造环境及对洋陆转化的制约意义。

5) 总结了天山及邻区变质岩分布特征,系统开展了变质带、变质相系及变质作用类型的综合分析;进行了断裂级次划分,概括总结了不同级次断裂的特征及空间展布规律。

6) 按照地质演化动态时空转化的观点,将研究区划分为大陆地壳早期演化阶段、超大陆裂解及洋陆演化阶段、海陆演化阶段(后造山板内伸展阶段)和陆内演化阶段(陆内盆山演化阶段)4个大地构造演化阶段,详细阐述了各阶段的构造演化过程。

7) 分析总结了天山及邻区重要矿产资源的成矿地质背景。对天山洋陆转换过程中的超大陆裂解事件、高压—超高压变质事件、碰撞造山事件进行了综合总结,重点分析了不同阶段的岩浆事件的特征。

## 五、专著编写及分工

本书是在集体讨论的基础上按下述分工分别执笔编写，其中前言由徐学义、王洪亮执笔，第一章由陈隽璐、冯益民执笔，第二章由王洪亮、张二朋、朱涛、胡云绪、谢从瑞执笔，第三章由徐学义、李智佩、李向民、李平执笔，第四章由马中平、朱宝清、孙吉明执笔，第五章由校培喜、王居里执笔，第六章由陈隽璐、冯益民、唐卓执笔，第七章由冯益民、徐学义、陈隽璐执笔，第八章由李向民、陈隽璐、朱宝清执笔，第九章由徐学义、张二朋、王洪亮、马中平、李智佩、李平执笔；结束语由徐学义、王洪亮、陈隽璐执笔。全书最后由徐学义、王洪亮统一修订。书中插图由李小侠等用计算机清绘。

本项目由中国地质调查局西安地质调查中心具体实施，在研究过程中，得到中国地质调查局基础地质调查部的大力支持和帮助，庄育勋主任、翟刚毅处长、于庆文处长多次来所指导项目工作，西安地质矿产研究所领导、总工程师室、基础地质处领导多次针对本项目实施中的问题进行研讨，使项目组工作人员的思路得到很大的启迪。李荣社教授级高级工程师、王永和教授级高级工程师、赵东宏研究员、校培喜教授级高级工程师、计文化研究员、申少宁副研究员多次和项目组就某些地质问题进行讨论，项目组亦就某些关键问题多次请教张国伟院士、任纪舜院士、董云鹏教授、郭安林教授、周鼎武教授、张成立教授等。正是上述所有专家、领导的指导和关怀才保证了本项目阶段性成果的顺利完成，在此表示衷心感谢！

# 目 录

## 前 言

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| 第一章 构造单元 .....                                    | (1)  |
| 第一节 构造单元划分 .....                                  | (1)  |
| 一、超大陆旋回理论是再造构造格局的理论基础 .....                       | (1)  |
| 二、大地构造相理论是划分构造单元的主要原则 .....                       | (1)  |
| 三、构造单元划分方案 .....                                  | (1)  |
| 四、关于后碰撞和后造山的界定 .....                              | (3)  |
| 五、在一张图上如何表现不同演化阶段形成的构造单元 .....                    | (4)  |
| 第二节 构造单元简要特征 .....                                | (4)  |
| 一、哈萨克斯坦板块 ( I ) .....                             | (4)  |
| 二、长阿吾子 - 乌瓦门 - 红柳河 - 洗肠井早古生代—中泥盆世缝合带 ( II ) ..... | (7)  |
| 三、塔里木板块 ( III ) .....                             | (9)  |
| 四、中朝板块 ( IV ) .....                               | (10) |
| 第二章 地 层 .....                                     | (11) |
| 第一节 地层区划及总体特征 .....                               | (11) |
| 一、地层区划指导思想和原则 .....                               | (11) |
| 二、地 层 区 划 .....                                   | (12) |
| 三、岩石地层单位的厘定原则 .....                               | (12) |
| 四、区域地层概貌 .....                                    | (14) |
| 第二节 各地层区主要特征 .....                                | (25) |
| 一、准噶尔区 ( I ) .....                                | (25) |
| 二、北天山区 ( II ) .....                               | (29) |
| 三、中天山区 ( III ) .....                              | (33) |
| 四、南天山区 ( IV ) .....                               | (36) |
| 五、柯坪区 ( V ) 和库鲁克塔格区 ( VI ) (含塔里木盆地) .....         | (38) |
| 六、马鬃山区 ( VII ) .....                              | (42) |
| 七、笔架山 - 双鹰山区 ( VIII ) 及阿尔金区 ( IX ) .....          | (45) |
| 八、北祁连区 ( X ) .....                                | (47) |
| 九、阿拉善区 ( XI ) .....                               | (48) |
| 第三节 古生代沉积构造格局分析 .....                             | (48) |
| 一、早古生代沉积构造格局 .....                                | (49) |

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 二、晚古生代沉积构造格局 .....                  | (54)  |
| 第四节 小 结 .....                       | (68)  |
| 第三章 岩 浆 岩 .....                     | (70)  |
| 第一节 岩浆岩时空分布 .....                   | (70)  |
| 一、侵入岩时空分布 .....                     | (70)  |
| 二、火山岩时空分布 .....                     | (70)  |
| 第二节 构造岩浆岩带划分 .....                  | (72)  |
| 一、划分的思路和原则 .....                    | (72)  |
| 二、构造岩浆岩带划分 .....                    | (74)  |
| 第三节 侵 入 岩 .....                     | (77)  |
| 一、前南华纪侵入岩 .....                     | (77)  |
| 二、南华纪—震旦纪侵入岩 .....                  | (84)  |
| 三、寒武纪—早中泥盆世侵入岩 .....                | (90)  |
| 四、晚泥盆世—二叠纪侵入岩 .....                 | (106) |
| 五、三叠纪—白垩纪侵入岩 .....                  | (173) |
| 六、侵入岩源区探讨 .....                     | (177) |
| 第四节 火 山 岩 .....                     | (205) |
| 一、火山岩分布基本特征 .....                   | (205) |
| 二、中元古代火山岩 .....                     | (207) |
| 三、新元古代(含早寒武世)火山岩 .....              | (211) |
| 四、早古生代—泥盆纪火山岩 .....                 | (217) |
| 五、石炭纪—二叠纪火山岩 .....                  | (221) |
| 六、中生代火山岩 .....                      | (228) |
| 第五节 小 结 .....                       | (231) |
| 第四章 蛇绿岩及高压—超高压变质岩 .....             | (235) |
| 第一节 概 述 .....                       | (235) |
| 第二节 准噶尔地区的蛇绿岩及高压—超高压变质岩 .....       | (235) |
| 一、西准噶尔地区的蛇绿岩及高压变质岩 .....            | (235) |
| 二、东准噶尔地区的蛇绿岩及超高压变质岩 .....           | (237) |
| 第三节 北天山、中天山北缘及北山的蛇绿岩及高压变质岩 .....    | (240) |
| 一、北天山巴音沟蛇绿岩 .....                   | (240) |
| 二、中天山北缘蛇绿岩与高压变质岩 .....              | (241) |
| 三、北山蛇绿岩 .....                       | (242) |
| 第四节 南天山和塔里木北缘的蛇绿岩及高压—超高压变质岩 .....   | (244) |
| 一、南天山北坡(中天山南缘)蛇绿混杂岩和高压—超高压变质岩 ..... | (244) |
| 二、南天山内部的蛇绿岩 .....                   | (248) |
| 三、塔里木盆地西北部阿克苏蓝片岩 .....              | (249) |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| 第五节 小结——蛇绿岩与构造演化 .....      | (250)        |
| <b>第五章 区域变质岩 .....</b>      | <b>(251)</b> |
| 第一节 概 述 .....               | (251)        |
| 一、区域变质岩的发育程度及区域变质作用概况 ..... | (251)        |
| 二、区域变质岩研究概况 .....           | (251)        |
| 第二节 区域变质作用 .....            | (252)        |
| 一、变质相和变质相系的划分 .....         | (252)        |
| 二、变质作用类型的划分 .....           | (254)        |
| 三、变质期次的划分 .....             | (254)        |
| 第三节 变质地质单元划分 .....          | (255)        |
| 一、变质地质单元的划分原则 .....         | (255)        |
| 二、变质地质单元划分 .....            | (256)        |
| 第四节 各变质单元区域变质作用特征 .....     | (259)        |
| 一、准噶尔—天山—兴安变质地区 ( I ) ..... | (259)        |
| 二、塔里木变质地区 ( II ) .....      | (277)        |
| 三、华北变质地区 ( III ) .....      | (292)        |
| 第五节 区域变质事件序列 .....          | (296)        |
| 一、新太古代变质阶段 .....            | (296)        |
| 二、古元古代变质阶段 .....            | (297)        |
| 三、新元古代变质阶段 .....            | (298)        |
| 四、加里东期变质阶段 .....            | (298)        |
| 五、华力西期变质阶段 .....            | (299)        |
| 第六节 小 结 .....               | (299)        |
| <b>第六章 区域断裂 .....</b>       | <b>(301)</b> |
| 第一节 断裂系统 .....              | (301)        |
| 一、超岩石圈断裂 .....              | (301)        |
| 二、岩石圈断裂 .....               | (301)        |
| 三、壳 断 裂 .....               | (302)        |
| 四、盖层断裂 .....                | (302)        |
| 五、物理探测断裂 .....              | (302)        |
| 第二节 主要断裂特征 .....            | (302)        |
| 一、超岩石圈断裂 .....              | (302)        |
| 二、岩石圈断裂 .....               | (306)        |
| 三、壳源断裂 .....                | (308)        |
| 四、盖层断裂 .....                | (309)        |
| 五、物理探测断裂 .....              | (310)        |
| 第三节 小 结 .....               | (311)        |

|                                                               |       |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| 第七章 构造演化 .....                                                | (312) |
| 第一节 大陆地壳早期演化阶段 (阶段 I) .....                                   | (312) |
| 一、陆核形成及演化期 (太古宙—古元古代) .....                                   | (312) |
| 二、陆块形成及演化期 (长城纪—青白口纪) .....                                   | (312) |
| 三、Rodinia 超大陆形成时期 (青白口纪末) .....                               | (313) |
| 第二节 洋陆演化阶段 (南华纪—泥盆纪) .....                                    | (314) |
| 一、Rodinia 超大陆裂解期 (南华纪—震旦纪) .....                              | (314) |
| 二、复杂弧盆系形成演化期 (寒武纪—早中泥盆世) .....                                | (314) |
| 三、碰撞造山期 (中泥盆世末—晚泥盆世早期) .....                                  | (316) |
| 第三节 海陆演化阶段 (晚泥盆世—早中二叠世) .....                                 | (318) |
| 第四节 陆内演化阶段 (晚二叠世—现今) .....                                    | (323) |
| 一、晚二叠世—白垩纪构造格局及演化 .....                                       | (323) |
| 二、古新世—上新世构造格局及演化 .....                                        | (324) |
| 三、更新世—现今构造格局及演化 .....                                         | (324) |
| 第五节 构造格局变迁及其动力学机制探讨 .....                                     | (327) |
| 第六节 小 结 .....                                                 | (328) |
| 第八章 重要成矿带成矿地质背景及成矿潜力 .....                                    | (330) |
| 第一节 区域成矿特征 .....                                              | (330) |
| 一、区域矿产概况 .....                                                | (330) |
| 二、区域成矿特征 .....                                                | (334) |
| 第二节 主要矿床类型成矿地质背景 .....                                        | (339) |
| 一、主要矿床类型成矿地质背景条件 .....                                        | (339) |
| 二、地质构造演化对成矿作用制约 .....                                         | (344) |
| 第三节 成矿有利地段 .....                                              | (347) |
| 一、成矿有利地段划分依据 .....                                            | (347) |
| 二、成矿有利地段 .....                                                | (347) |
| 第四节 小 结 .....                                                 | (354) |
| 一、天山及其邻区主要矿产成矿时代和成因类型 .....                                   | (354) |
| 二、天山成矿的时空分布特征 .....                                           | (355) |
| 三、天山及邻区在地质历史演化过程中经历了多次张、合交替, 形成了多期次的<br>岩浆事件并形成了相应的矿产组合 ..... | (355) |
| 四、区域性断裂构造对成矿具明显的控制作用 .....                                    | (356) |
| 第九章 若干地质问题的认识和讨论 .....                                        | (357) |
| 第一节 解读北山与天山及邻区地质单元的关系 .....                                   | (357) |
| 一、阿尔金—北山构造带地质构造基本格架 .....                                     | (357) |
| 二、北山与天山及邻区的地质关系 .....                                         | (359) |
| 三、小 结 .....                                                   | (364) |

|                                                         |       |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 第二节 天山及其邻区洋陆演化阶段构造事件 .....                              | (365) |
| 一、超大陆裂解事件 .....                                         | (366) |
| 二、构造岩浆事件 .....                                          | (367) |
| 三、高压超高压变质事件 .....                                       | (368) |
| 四、碰撞造山事件 .....                                          | (368) |
| 第三节 石炭纪—二叠纪岩浆作用构造属性 .....                               | (369) |
| 一、蛇绿岩的类型与形成时代：对分析石炭纪火山—岩浆作用构造属性的启示 .....                | (370) |
| 二、早石炭世沉积充填序列：火山—沉积岩系形成于伸展构造体制的反映 .....                  | (370) |
| 三、石炭纪地层与下伏地层之间的接触关系及变形特征：对天山石炭纪火山—<br>岩浆作用构造属性的制约 ..... | (371) |
| 四、石炭纪—二叠纪火山岩系的组合、地化特征与成因机制：形成于裂谷环境<br>的指示 .....         | (372) |
| 五、小    结 .....                                          | (376) |
| 第四节 从花岗岩看天山洋闭合时限 .....                                  | (377) |
| 一、花岗岩的岩相学特征 .....                                       | (377) |
| 二、花岗岩的时空演化对古天山洋闭合的限定 .....                              | (378) |
| 三、同位素特征与源区 .....                                        | (381) |
| 结    束    语 .....                                       | (383) |
| 参考文献及资料 .....                                           | (387) |

# 第一章 构造单元

## 第一节 构造单元划分

### 一、超大陆旋回理论是再造构造格局的理论基础

目前国内外不少地质学家根据大量的地质记录，认为前寒武纪已经开始板块构造活动，在古老的华北地块上出现古元古代甚至新太古代的俯冲型岩浆弧、前陆盆地沉积等，为前寒武纪存在板块构造活动提供了地质依据（陆松年面告，2007）。另一个流行的地学理论是超大陆旋回（陆松年，1998）。超大陆的裂解和重新组合，都与地幔热柱活动关系密切。正是超大陆的裂解和重新组合，造就了形形色色的地质构造环境、出现了各种各样的岩浆活动和沉积作用，形成了一系列岩浆岩组合和沉积记录。所有这些为重塑不同地质历史时期的构造格局和重建构造演化过程奠定了基础。

### 二、大地构造相理论是划分构造单元的主要原则

大地构造相（tectonic facies）指的是在相似环境中形成，经历了相似的变形与就位作用并具有类似内部构造的岩石构造组合。大地构造相分析不仅可以解释造山带中能够观测到的现象，而且能够把已失去的地质记录补充起来（Hsu，1991）。

正是运用大地构造相的理论和方法去对地质记录进行解析，区分研究区内不同的构造岩石组合（路风香等，2002），建立构造岩石组合与构造单元之间的内在联系，进而构筑构造格局。于是，研究区的大地构造格局和各级构造单元就随着这种解析的进行而层层展现出来。

### 三、构造单元划分方案

根据上述理论基础和原则，提出四阶段综合大地构造单元划分方案，即基底演化阶段、洋陆演化阶段、海陆演化阶段（后造山伸展阶段）和陆内演化阶段。

前南华纪的基底演化阶段构造单元划分，由于研究程度所限，暂时作为基底处理。对于基底的类别和能够鉴别出来的隶属于板块构造体制的单元，仅在书中作必要的说明。

洋陆演化阶段作为体现研究区主要构造格局的阶段，按照三个级别划分构造单元，各级单元的名称及其从属关系列于表1-1。

表 1-1 各级构造单元名称及其从属关系表

| 一级 | 板块（大陆岩石圈板块） |      |            |     |      |    |    |           |                     |      |    |    |           | 缝合带（大洋岩石圈板块） |       |          |            |       |      |          |      |    |                |
|----|-------------|------|------------|-----|------|----|----|-----------|---------------------|------|----|----|-----------|--------------|-------|----------|------------|-------|------|----------|------|----|----------------|
| 二级 | 被动陆缘        |      |            | 克拉通 |      |    |    | 主动陆缘（弧盆系） |                     |      |    |    |           | 弧前带          |       |          | 弧前增生带      |       |      | 洋底及洋中脊体系 |      |    |                |
| 三级 | 大陆斜坡        | 前陆盆地 | 陆缘裂谷（裂陷）盆地 | 外陆棚 | 陆内裂谷 | 陆棚 | 陆块 | 弧后盆地      | 弧间（弧后）扩张洋盆（SSZ型蛇绿岩） | 弧间盆地 | 岛弧 | 地块 | 岩浆弧（安第斯型） | 前缘弧          | 俯冲杂岩带 | 高压超高压变质带 | 前缘弧前蛇绿混杂岩带 | 弧前增生楔 | 残留海盆 | 陆壳碎块     | 洋底高原 | 洋岛 | 大洋中脊（MORS型蛇绿岩） |

## 1. 一级单元

1) 板块是由4种边界(洋中脊、转换断裂系、海沟消减带和缝合带)所围限的岩石圈块体,既可以由大洋岩石圈构成,也可以由大陆岩石圈构成。大陆造山带中的古老板块是大陆岩石圈板块(以下简称板块)。板块的中央常常出露有古老的结晶基底,沿基底四周出露有不同时期的大陆边缘沉积,以及一些陆缘裂谷(裂陷)盆地沉积;在碰撞造山过程中,这些沉积有相当部分卷入到前陆冲褶带中,成为碰撞造山带的一部分。

2) 缝合带则是消失了的洋板块,在大陆造山带中缝合带常常被看作是古老陆壳板块之间的分界地带。

## 2. 二级单元

1) 克拉通是大陆岩石圈板块长期稳定的部分,由裸露的古老结晶基底和周缘的陆棚和外陆棚构成,其上发育陆棚海盆地和外陆棚海盆地。

2) 被动陆缘是指没有弧盆系发育的大陆边缘,但有时会出现陆缘裂谷(裂陷)盆地。

3) 主动陆缘(弧盆系)是指发育有弧盆系的大陆边缘。

4) 弧前带是专指前锋弧的弧前地带,主要由俯冲杂岩带、高压超高压变质岩带组成;弧前带的岩石组合主要形成于大洋岩石圈板块之上或者是洋陆结合部位,此后由于碰撞造山作用,这些弧前岩石构造组合大都低角度仰冲在大陆岩石圈之上。

5) 弧前增生带,指弧前沉积盆地火山-浊流沉积由于洋壳俯冲消减作用而不断增生到弧前地带,而形成的沉积-构造加积体。

6) 洋底及洋中脊体系主要由洋底高原火山-沉积组合、洋岛和MORS型蛇绿岩构成。

## 3. 三级单元

1) 陆块指前南华纪变质基底裸露区,主要由经历了复杂的多期变形和变质作用的前南华纪岩系构成,常常构成大陆岩石圈板块的核心。

2) 陆棚是指具有稳定的陆壳基底主要由陆棚海相沉积构成的单元。

3) 陆内裂谷,出现在克拉通内部的裂谷,以发育双峰式火山岩及红海式蛇绿岩为特征。

4) 外陆棚是主要由外陆棚相沉积构成的单元,沉积厚度大,生物相对稀少。

5) 大陆斜坡指外陆棚以下大陆斜坡部位主要由陆源碎屑浊流沉积构成的沉积带,以厚度巨大,生物稀少为特征。

6) 前陆盆地是碰撞造山过程中伴随着造山带向前陆地带的冲断而形成的沉积盆地,盆地基底同时具有构造沉降和重荷沉降,沉积物源自新生的碰撞造山带,厚度巨大,并且由前渊向前隆地带减薄,沉积充填序列以进积型为特征。

7) 陆缘裂谷(裂陷)盆地,在洋盆演化阶段由于引张作用在大陆边缘形成的盆地,发育有双峰式火山岩或红海式蛇绿岩者称作为陆缘裂谷盆地,以巨厚的陆源碎屑沉积为特征,有时仅发育少量中酸性火山岩者称作为陆缘裂陷盆地。

8) 弧后盆地,位于后陆前沿和岛弧之间,盆地沉积呈现明显的不对称性,靠近后陆一侧以陆源碎屑为主,而靠近岛弧一侧以火山碎屑为主。

9) 弧间(弧后)扩张洋盆,沿弧间或弧后地带扩张,导致局部地带洋壳出现,以发育SSZ型蛇绿岩为特征。

10) 弧间盆地,位于两个岛弧之间的盆地,盆地沉积以火山碎屑为主。

11) 岛弧,俯冲作用导致岛弧及弧后盆地的形成,岛弧以发育钙碱性火山岩为主要特征,可以进一步划分成洋内弧、陆缘弧和成熟岛弧;洋内弧以发育高镁安山岩(玻安岩)为特征,陆缘弧以发育安山岩为特征,成熟岛弧会出现碱性玄武岩。

12) 地块,专指卷入弧盆系中的大陆地壳碎块,由前南华纪变质岩系构成,其上一般无稳定的沉积盖层。

13) 岩浆弧(安第斯型),发育在陆块边缘主要由陆相安山质火山岩和钙碱性侵入岩构成的岩浆

活动带。

14) 前锋弧指碰撞造山带中时代最新的岛弧, 在位置上紧靠缝合带, 组成同岛弧。

15) 俯冲杂岩带, 由于俯冲作用导致沿海沟地带出现构造滑塌及构造卷入, 形成一套在海沟细碎屑沉积物中既有来自岛弧一侧的滑塌堆积 (olistostrome), 也有来自洋壳一侧的洋岛火山 - 沉积组合及一些蛇绿岩碎块, 有时还卷入有高压超高压变质岩碎块的构造 - 沉积带。

16) 高压超高压变质岩带, 由于碰撞造山带后复杂的折返作用, 使得形成于俯冲带深部的高压超高压变质岩得以出露地表, 成为高压超高压变质岩带, 主要由蓝闪石片岩、榴辉岩及含柯石英榴辉岩构成。

17) 弧前增生楔, 理论上位于岛弧之前和海沟俯冲带之间, 主要由于俯冲带向洋后退造成大量远洋沉积、洋内弧和洋岛火山 - 沉积, 以及部分洋壳以构造加积的方式增生于弧前地带, 这个地带称为弧前增生楔。

18) 残留海盆, 碰撞造山过程中由于边界条件而保留下来的海相沉积盆地, 和前陆盆地沉积有继承性, 具退积型沉积充填序列。

19) 陆壳碎块, 指构造卷入到缝合带的前南华纪变质基底, 一般由结晶变质岩类构成。

20) 洋底高原主要由洋底高原玄武岩及远洋软泥沉积构成。

21) 洋岛以出现碱性玄武岩类和以玄武岩 + 粗面岩 ± 响岩的双峰式组合为特征, 伴生的沉积岩为生物礁灰岩。

22) 大洋中脊, 以发育 MORB (洋中脊玄武岩) + MORS 型蛇绿岩 + 斜长花岗岩组合为特征, 伴生有深海放射虫硅质岩等。

23) 蛇绿混杂岩带, 属于洋壳残片, 既可以由 SSZ 型蛇绿岩, 也可以由 MORS 型蛇绿岩经构造混杂形成, 如果能够鉴别属何种类型蛇绿岩构成, 则可以直接冠以弧后 (间) 扩张洋盆, 或者大洋中脊。

海陆演化阶段, 出现在碰撞造山之后, 作为板块构造格局的上叠构造单元来处理。所有上叠构造单元一律为三级, 现将上叠构造单元名称列于后:

1) 板内裂谷, 指后造山伸展时期形成的裂谷, 基底为碰撞造山褶皱基底, 以发育双峰式火山岩为特征。

2) 红海式裂谷, 指后造山伸展阶段形成的裂谷, 除了发育双峰式火山岩外, 还发育红海式蛇绿岩, 裂谷延伸有限, 在走向上变为板内裂谷。

3) 上叠盆地, 后造山伸展阶段形成的盆地, 以浅海相生物碳酸盐岩 + 碎屑岩沉积为主, 盆地基底为碰撞造山形成的褶皱基底。

陆内演化阶段, 出现在海相沉积全面结束之后, 由大陆造山带和内陆盆地构成的陆内盆山构造格局叠加在前期不同演化阶段形成的构造格局之上。

1) 内陆盆地, 叠加在先期构造单元之上的大型伸展凹陷盆地, 以发育陆相沉积为特征。

2) 走滑盆地, 后碰撞 - 后造山时期因走滑断裂作用形成的陆相沉积盆地, 盆地边界为走滑断裂所限, 以碎屑沉积为特征。

3) 山间盆地, 出现在造山带内部的小型陆相盆地, 以发育近源粗碎屑沉积为特征。

#### 4. 一些复合性二级及三级单元名称

1) 复合岩浆弧系, 主体由岛弧、钙碱性侵入岩浆弧构成, 其中卷入有蛇绿混杂岩、地块等, 属二级单元。

2) 弧盆 - 裂谷系, 由弧盆系和一系列上叠裂谷共同构成的二级单元。

3) 弧盆带, 指同一地质时代的岛弧、弧间盆地和弧后盆地组合, 属三级单元。

4) 弧盆 - 裂谷带, 由弧盆和上叠裂谷构成的三级单元。

5) 蛇绿混杂岩带 + 弧盆带, 由蛇绿混杂岩带 + 岛弧 + 弧后盆地构成的三级单元。

### 四、关于后碰撞和后造山的界定

根据邓晋福等 (2004) 将碰撞之后仍然存在挤压应力的时期界定为后碰撞 (post-collision), 将

出现伸展或张应力的时期界定为后造山 (post-orogeny) 或后造山伸展 (post-orogenic stretching)。

## 五、在一张图上如何表现不同演化阶段形成的构造单元

为了将不同演化阶段形成的构造单元集中反映在一张图上,在划分次级构造单元时,主要强调构成次级单元主要的岩石构造组合特征,也就是占主导地位的岩石构造组合特征所反映的构造环境。

## 第二节 构造单元简要特征

中国天山及邻区共划分出 4 个一级单元,8 个二级单元,40 个三级单元,4 个次三级单元,10 个内陆盆地,各级单元名称详见图 1-1。

### 一、哈萨克斯坦板块 (I)

北界是斋桑-额尔齐斯-德干布尔缝合带,南界是长阿吾子-乌瓦门-红柳河-洗肠井缝合带。研究区仅是哈萨克斯坦板块的一部分,西延入哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦境内,东延部分包括南蒙古德干布尔断裂以南部分和中国境内索伦山-西拉木伦缝合带以北部分地区;国外称作哈萨克斯坦-佳木斯板块。该板块缺乏统一的古老基底,古生代构造格局类似于新生代的东南亚(李春昱等,1982)。也就是说,古生代哈萨克斯坦板块是古亚洲洋的一个复杂的多岛弧盆系。

根据岩石构造组合类别,研究区范围内可以划分出两个二级单元:北天山-准噶尔震旦纪一中泥盆世复杂弧盆-裂谷系(I1)和中天山-马鬃山古生代复合岩浆弧系(I2)。这两个二级单元的分界线西段是艾比湖-冰大坂-米什沟断裂,中段为卡瓦布拉克地块北缘断裂(阿其克库都克断裂东段),东段是白山泉-三眼泉断裂。现将二级单元主要特征简述于下。

#### 1. 北天山-准噶尔震旦纪一二叠纪复杂弧盆-裂谷系 (I1)

组成这一复杂弧盆系的岩石构造组合主要是发育于洋陆演化阶段先后两个时期的岛弧和弧后(间)盆地及岛弧或弧后(间)扩张而形成的小型洋盆所构成的弧盆系。

第一个时期是震旦纪-奥陶纪的弧盆系,组成该弧盆系的三级单元为:

- I1-2 阿尔曼泰早古生代蛇绿混杂岩带
- I1-3 库兰喀孜干早古生代岛弧
- I1-6 将军庙古生代弧盆带
- I1-7 红柳峡地块
- I1-10 唐巴勒-玛依勒山早古生代弧盆带
- I1-16 米什沟早古生代蛇绿混杂岩带+弧盆带

沿阿尔曼泰、唐巴勒和米什沟一带发育弧后扩张形成的小洋盆,蛇绿岩均属于 SSZ 型。阿尔曼泰蛇绿混杂岩带内的洪古勒楞蛇绿岩的 Sm-Nd 同位素年龄为  $626 \pm 25$  Ma,阿尔曼德蛇绿岩中斜长花岗岩锆石 SHRIMP 年龄为 503 Ma (肖文交等,2006);从唐巴勒蛇绿岩中的斜长花岗岩岩墙中获得的楣石 U-Pb 年龄为  $508 \pm 20$  Ma,斜长石单矿物 U-Pb 同位素年龄为 480~520 Ma (肖序常等,1992);米什沟蛇绿混杂岩中蛇绿岩片形成的时代为奥陶纪(车自成等,1994)。在唐巴勒和米什沟两个三级单元中都有高压变质岩石的报道(Feng et al., 1989;肖序常等,1992;高长林等,1995;崔可锐等,1997;刘斌等,2003)。在库兰喀孜干发育有早古生代岛弧火山岩,其上被早中泥盆世浅海相碎屑岩+生物碳酸盐岩不整合覆盖。将军庙古生代弧盆组合中的早古生代部分,以下寒武统阿拉安道群( $\epsilon_1A$ )、下奥陶统恰干布拉克组( $O_1q$ )、上奥陶统荒草坡群( $O_3H$ )为代表的弧盆岩石构造组合。而红柳峡地块是目前在弧盆系中唯一出露的古老地块,由长城系道草沟岩群(ChJxD.)和扎曼苏岩群(ChJxZ.)变质岩构成。

第二个时期是早中泥盆世的弧盆系,构成该弧盆系的三级单元为:

- I1-1 北塔山早中泥盆世岛弧(含洋内弧)

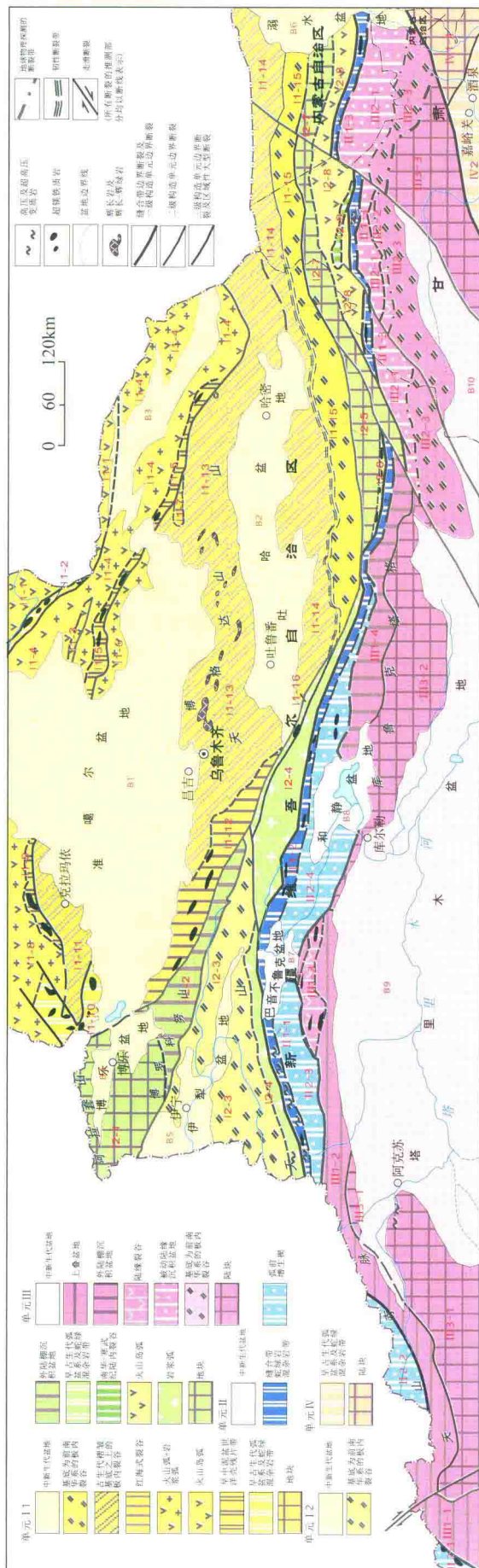


图1-1 中国天山及邻区大地构造单元划分略图

- [illegible]

- I 1-4 东准噶尔北部晚古生代弧盆-裂谷组合中的弧盆带
- I 1-5 卡拉麦里早中泥盆世蛇绿混杂岩带
- I 1-8 西准噶尔北部晚古生代岛弧+岩浆弧带
- I 1-9 达拉布特早中泥盆世蛇绿混杂岩带

这一时期广袤的北天山-准噶尔地区仍然处于中天山前锋弧之后的弧后地域,卡拉麦里和达拉布特仅是弧后扩张形成的两个小洋盆,同样属于 SSZ 型蛇绿岩。依据地质接触关系,卡拉麦里蛇绿岩被认为形成于早中泥盆世(李锦轶,2004),因为其北出露有大面积的早中泥盆世钙碱系列火山岩,而蛇绿岩之上不整合覆盖着上泥盆统克安库都克组( $D_3k$ )<sup>①</sup>。目前此说尚无同位素测年数据的支持。近年来,夏林圻等(2007)从达拉布特蛇绿岩的辉绿岩中获取锆石,用 LA-ICP-MS 方法测出  $398 \pm 10$  Ma,表明形成于早中泥盆世。北塔山一带出露下泥盆统托让格库都克组( $D_1t$ )及中泥盆统北塔山组( $D_2bt$ )可能含有高镁安山岩(潘桂棠提供,2007),反映部分岛弧发育在洋壳之上,属洋内弧。推测该岛弧形成可能与斋桑-额尔其斯洋向南俯冲有关。包括将军庙古生代弧盆组合中的泥盆纪弧盆组合在内,泥盆纪在北天山-准噶尔地区形成又一个弧盆系,目前保留下来的主要是岛弧、弧后(间)盆地及岩浆弧。岛弧主要由早中泥盆世钙碱系列火山岩系构成,弧后(间)盆地发育有火山岩碎屑岩、陆源碎屑岩及生物碳酸盐岩等,岩浆弧则以发育钙碱系列侵入岩为主,有时和岛弧火山岩一起构成岛弧+岩浆弧组合,不整合覆盖于其上的最早期陆相碎屑岩是上泥盆统克安库都克组( $D_3ka$ )、卡希翁组( $D_3kx$ )及其相当层位沉积。目前除了在卡拉麦里蛇绿混杂岩带中尚未发现高压变质岩外,在达拉布特出露有含硬柱石和钠闪石的变质火山岩(肖序常等,1992)。

海陆演化阶段的后造山伸展时期形成的裂谷构成该二级单元的上叠三级构造单元,名称如下:

- I 1-4 东准噶尔北部晚古生代弧盆-裂谷带的裂谷
- I 1-11 包古图石炭纪板内裂谷
- I 1-12 巴音沟-依连哈比尔尕山石炭纪红海式裂谷
- I 1-13 博格达-哈尔里克山石炭纪一二叠纪裂谷
- I 1-14 小热泉子-乌兰陶古乌拉晚古生代板内裂谷
- I 1-15 雅满苏-黑鹰山晚古生代板内裂谷

除了巴音沟石炭纪红海式裂谷发育有蛇绿岩外,上述裂谷火山岩系组成的共同特点是以玄武质熔岩为主(占整个裂谷火山岩系体积百分比  $>80\%$ ),其次有中性和酸性火山熔岩及火山碎屑岩(夏林圻等,2007)。稀土、微量元素地球化学特征和 Sm-Nd 同位素参数表明它们不同于洋岛或岛弧火山岩,而是受到岩石圈混染的软流圈源的地幔玄武质岩浆,在多元素原始地幔标准化蛛网图上具有不同程度的 Nb、Ta 和 Ti 负异常,在 Zr/Y-Zr 环境判别图上全部落入 WPB 范畴,总体上呈现出双峰式火山岩特征(夏林圻等,2007);另一明显的特征是这些火山岩与大致同期的中酸性侵入岩紧密伴生。其所以如此,将在本书第七章进行讨论。

区内海盆的完全消亡,标志着海陆演化阶段的全面结束;而大陆动力学条件由挤压转变为伸展,这一时期大致在晚三叠世末。到早侏罗世大型内陆盆地的出现,则标志着陆内演化阶段的开始。

陆内演化阶段的内陆盆地构成该二级单元的上叠三级单元,其名称如下:

- B1 准噶尔盆地
- B2 吐哈盆地
- B3 三塘湖-淖毛湖盆地
- B6 溺水盆地

除了溺水盆地从中侏罗世开始接受沉积外,其余都是从二叠纪开始接受陆相碎屑沉积。其中准噶尔和吐哈盆地演化后期具有压陷式盆地特征,盆缘构造发育,形成工业油气田。而溺水盆地叠加在中国境内两个二级单元之上。

① 新疆维吾尔自治区地质调查院,2003,1:50000 巴斯克阔彦德幅地质图及说明书(内部资料)。