

西昆仑盆山耦合带地质

杨 剑 杨恒书 冯昌荣 等著



地质出版社

西昆仑盆山耦合带地质

杨 剑 杨恒书 冯昌荣 著
顾清月 程绍萍 吕丰强 邱洪亮

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书是重点研究青藏大陆与塔里木大陆碰撞造山带的一本专著,内容涉及沉积盆地演化、岩浆活动、构造运动、遥感地质、矿床地质和环境地质等诸多领域。全书共分六章,包括:沉积盆地演化、岩浆岩及年代同位素研究、区域地质构造基本特征、遥感技术的地质应用、矿产资源、地壳变迁与环境。

本书可供生产、科研单位从事地质和矿产工作的人员及大中专院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

西昆仑盆山耦合带地质/杨剑等著. —北京:地质出版社, 2014. 6

ISBN 978 - 7 - 116 - 08880 - 1

I. ①西… II. ①杨… III. ①构造盆地—地质构造—研究—青海省 IV. ①P548. 244

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 152868 号

责任编辑:李惠娣 田野

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324514 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm^{1/16}

印 张:16.75 图版:20 面

字 数:438 千字

版 次:2014 年 6 月北京第 1 版

印 次:2014 年 6 月北京第 1 次印刷

审图号:GS (2014) 1380 号

定 价:66.00 元

书 号:ISBN 978 - 7 - 116 - 08880 - 1

(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

中国西昆仑山和塔里木盆地是跨及青藏大陆和塔里木大陆的两大地质构造单元,因拥有奇特的地质景观和丰富的矿产资源而受到中外地质专家和学者的广泛关注,通过不断地探索,获得了极其丰硕的成果。

自2006年至2010年,西南科技大学组织地质专家、教师和部分学生,在新疆维吾尔自治区南部塔什库尔干县、阿克陶县一带,进行了1:50000区域地质矿产调查,在基础地质、矿产地质和环境地质等方面进行了较深入的探索和研究,在前人研究成果的基础上,获得了不少新的认识和进展。

2008~2010年间,在新疆维吾尔自治区矿产资源补偿费地质勘查项目(XJZBKD2007-1)的资助下,由西南科技大学(与新疆地质矿产勘查开发局第二地质大队合作)完成的库斯拉甫一带1:50000区域地质矿产调查(塔尔幅、库斯拉甫幅和帕克去尔幅)工作,是2006~2008年间由西南科技大学(与新疆地质矿产勘查开发局第二区域地质调查大队合作)承担的新疆维吾尔自治区区域地质矿产调查招标项目(XJQDZ 2006-18)恰尔隆一带1:50000区域地质矿产调查(恰尔隆幅、库科西力克幅和阿勒玛勒克幅)工作的延续,这对一些重大地质问题的深入研究具有重要意义。调查区位于西昆仑山北麓和塔里木盆地南缘。本研究以库斯拉甫地区区域地质矿产调查成果为核心基础,涉及地域包括库斯拉甫、恰尔隆及其外围的西昆仑山和塔里木南缘的盆-山耦合带。

该地质调查区,南面是海拔3000~7000 m的西昆仑山,北面为浩瀚的塔克拉玛干大沙漠。干旱少雨、草木稀少,人类和动物的生存均受到严峻的挑战。有水草的低山河谷地带是人类赖以生存的狭小空间,靠近高山雪线地带,尚有少量乔灌木和零星草场是发展畜牧业的场所。有不少荒山野地寸草不生,悬崖峭壁,人们无法穿越。而在靠近盆地的工作区,不仅有冬天的寒冷($-10\sim-20\text{ }^{\circ}\text{C}$),还有夏天阳光下难以忍受的酷热($30\sim40\text{ }^{\circ}\text{C}$)。现因有了从塔什库尔干到莎车的简易公路和南行到麻扎的公路及恰尔隆-英吉沙简易公路,为地质考察提供了主干通道,但其他山区只能靠畜运和步行,还有很多地方是人们尚难到达的。地质调查工作的艰辛和难度可想而知。

调查工作是在前人成果的基础上进行的。前人在调查区开展了很多拓荒性工作,积累了宝贵的地质矿产资料。

中华人民共和国成立之前,新疆境内地质调查工作极少,比较重要的有1940~1946年间苏联地质学家B. M. 西尼村和H. A. 别良耶夫斯基在新疆的少量路线地质调查,编著有《南天山及塔里木盆地西北部地质》和《西昆仑山喀喇昆仑山塔里木盆地和邻区地质》(附1:100万地质图)等;黄汲清、程裕淇1943~1944年在新疆开展地质调查研究,编著有《天山南北麓油田、煤田地质报告》和《中国主要地质构造单位》(黄汲清,1945),上述研究对新疆的区域地质研究方面做出了开拓性的贡献。

中华人民共和国成立之后,中央人民政府对新疆的地质矿产调查工作极其重视,地质专家云集新疆,成立了专门的地质调查机构,开展了比较系统的区域地质矿产调查工作,在基础地质和矿产地质调查与矿产开发等方面取得了丰硕成果,使新疆成为我国的主要矿产资源大省区。1952~1953年间,苏联地质保矿部第十三航空地质大队在喀什和库车等地开展了1:200000区域地质调查,为后来我国自行完成全部1:200000区域地质调查提供了借鉴。1955~1985年间,分别由地质部十三大队和新疆地质局区域地质调查大队总共完成了161幅1:20万区域地质调查,覆盖率为新疆总面积的76%;整个新疆的1:100万区域地质调查此时已全面完成,扫除了地质调查空白。1957年,新疆地质局区域地质测量大队在西昆仑山开展过1:100万区域地质调查工作,编写有《新疆西昆仑山一带1:100万区域地质调查报告》,首次获得了西昆仑造山带重要地质矿产信息。1966年,新疆地质局区域地质测量大队在木吉-塔什库尔干一带进行的1:100万区域地质调查工作,系统地建立了本区地层、岩浆岩和区域地质构造框架。1991~1995年,新疆地矿局第二地质大队在西昆仑西部进行了1:50万水系沉积物测量工作,提交了《新疆西昆仑西部1:50万水系沉积物测量地球化学图说明书》,对西昆仑地区地球化学基本特征进行了初步总结和多元素的异常圈定、分类、评述,为西昆仑地区普查找矿战略部署提供了重要依据。1996~1999年,新疆地矿局第二区调大队在调查区西邻区瓦卡一带进行了1:50000区域地质矿产调查,在地层、构造和岩浆岩等方面获得较好研究进展。2003~2004年,新疆地矿局第二地质大队在新疆塔什库尔干县塔什库尔干河流域一带进行了1:10万化探普查工作,提交有《新疆塔什库尔干县塔什库尔干河流域1:10万化探普查报告》,并在库科西力克新发现了铅、锌矿,提供了金矿普查的新线索。2003~2004年,河南地质调查院在西昆仑进行了1:25万区域地质矿产调查工作,提交了《1:25万叶城县幅、塔什库尔干塔吉克自治县幅和克克吐鲁克幅区域地质调查报告》,在一定程度上提高了西昆仑地区基础地质研究水平,在地层研究、岩浆岩研究和区域构造研究等方面取得了重大进展。

本书在充分研究前人成果的基础上,进一步对西昆仑复合造山带及塔里木盆地元古宙-古生代地层系统建立、岩浆岩时代归属及同位素年龄测试、西昆仑大地构造归属及盆-山耦合关系、卡兰古式铅锌矿赋矿层时代厘定等方面进行了系统研究,提出了一些新的认识和见解,供日后该地区地质矿产调查和研究参考。

基础地质方面,从沉积盆地演化、岩浆活动、变质作用、地质事件和遥感影像等多个方面开展研究,厘定了西昆仑复合造山带归属于青藏高原(北缘)范畴,且以盖孜-库斯拉甫断裂作为青藏高原与塔里木大陆的分界。尚不排除塔里木盆地归属泛扬子大陆(南方大陆)的可能性。

地层方面,重新厘定了西昆仑中段的地层系统,包括长城系、南华-震旦系、下寒武统、石炭-二叠系、上白垩统一古近系及第四系等。进一步明确长城系在西昆仑地区的存在,且作为晋宁期褶皱变质基底地层;新确定了南华系-震旦系一下寒武统岩石地层的存在和岩石地层单元,进一步肯定在恰尔隆一带1:50000区调中曾经厘建的海槽型石炭-二叠系岩石地层单元的正确性,其底界见不整合覆于蓟县纪花岗岩之上。塔里木盆地内,在库斯拉甫一带新获得的比较完整的泥盆系-石炭系-二叠系剖面,开展了岩石地层、生物地层和年代地层的多重划分研究,并认为在古生态环境和沉积特征上具有扬子区系的典型色彩,特别是在含铅锌矿的克孜勒陶组(礁生物)灰岩中发现大量珊瑚化石,即肯定中泥盆统克孜勒陶组是卡兰古式铅锌矿的赋矿层位,前人研究成果中归属石炭系克里塔克

组应为有误,这对于成矿地质条件研究和明确普查找矿具有极其重要的意义;中-新生代地层部分,前人研究程度较高,只进行了更进一步的深入探讨,但在侏罗纪地层方面,在库斯拉甫乡(镇)南发现有完整剖面,进行了较系统的岩石地层单元的完整划分。

岩浆侵入岩方面,除了完成常规的岩石矿物、岩石化学、岩石地球化学及稀土配分等研究外,最突出的进展是岩浆岩的年代同位素研究。没有按常规方法选择锆石进行同位素年龄测试,而是进行了岩浆岩中所获锆石的全元测试。其分析方法涉及锆石 U-Pb-Th 法($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 法、 $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ 法、 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 法及 $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ 法),这样就得到了岩浆岩从岩浆形成、侵位及后期改造的全过程,对深入开展岩浆活动与造山地质事件研究具有重要地质意义。根据岩体与围岩的产出关系和同位素年龄测定结果,厘定研究区内的岩浆侵入岩包括蓟县纪、中-晚寒武世-奥陶纪和三叠纪等时段。这种方法减少了随机挑选锆石测试带来的对岩体侵位时代的误判,并使岩体的同位素年龄研究能够一步到位。这种全元(或多元)U-Pb-Th 综合测试法为本研究首次应用,具有一定的推广应用意义。在火山岩部分,厘定有长城系、下寒武统、中-上泥盆统和石炭系火山岩。

遥感地质方面,充分利用了美国 ETM⁺ 卫星数字图像资料进行色彩增强处理,获得了研究区较丰富的地质构造新信息,为提高地质调查质量奠定了较为坚实的基础。应用遥感技术先行所获得的地质图件资料与地质调查结果基本吻合。遥感地质研究有力地增强了地质调查成果的质量和可信度,加快了区域地质调查进度。显然,遥感地质解译无疑是当今区域地质矿产调查中不可缺少的重要技术手段。

构造方面,明确提出了西昆仑属于青藏大陆北缘的碰撞造山带,运动学机制呈现为一系列由南向北(局部由西向东)的逆冲-推覆,构造单元具有极大的无序性。地质体组成一系列逆冲-推覆构造岩片。对应的塔里木大陆则呈现由北向南(局部由东往西)俯冲,盖孜-库斯拉甫断裂即为陆陆碰撞构造形成的控制性边界断裂构造。西昆仑山地质体为强褶皱变形、断裂构造和岩浆岩的组合,属青藏大陆北缘的强应力构造带;在塔里木南缘也有一个相应的因碰撞应力产生的强变形褶皱断裂带。这两个大的构造单元,在沉积盆地演化、岩浆活动、变质作用、地质事件、构造形迹展布、成矿和遥感图像特征等方面均存在极大的差异。在构造地质事件研究中,明确了西昆仑山带经历了晋宁运动、兴凯运动、华力西运动、印支运动、燕山运动及喜马拉雅运动等多个旋回,具有复合造山带的典型特征,其中(新厘定)兴凯造山运动和印支造山运动对西昆仑的构造格局起着重大的控制作用。晋宁运动之后,塔里木地区一直处于比较稳定的状态,沉积盆地演化均属于相对稳定的台地型;兴凯运动之后,塔里木盆地南缘长期未接受沉积,但从中泥盆世开始到中二叠世末东吴运动止,经历了较连续的沉积演化过程,这一海进过程即为卡兰古式铅锌矿的形成过程;晚印支运动之后,尚经历了侏罗纪陆相盆地和海相白垩纪-古近纪及(陆相)新近纪和第四纪沉积盆地的演化过程;岩浆活动极其微弱,整个新元古代以后的沉积盖层均无明显的变质作用,除盆地边缘的构造变形较强和断裂较发育外,盆地内的构造变形比较简单。

矿床地质方面,在塔里木大陆区内,重点开展了卡兰古式铅锌矿和砂岩型铜矿的成矿地质环境和成矿模式的研究。建立了层控型卡兰古式铅锌矿的成矿模式,明确提出了中泥盆世海域超覆于古老基底之上的海侵过程,促成了铅锌矿的成矿,再经后期地质营力改造形成矿床,其成矿环境和过程与美国密西西比式铅锌矿有较大的相似之处,只是卡兰古型

铅锌矿的赋矿层为泥盆系，而密西西比型铅锌矿为石炭系。产于上泥盆统一石炭统奇自拉夫组红色（杂色）陆源碎屑岩（含基性火山岩）中的砂岩型铜矿也颇具找矿前景，有必要增大普查找矿力度。在西昆仑构造岩浆成矿带中，与岩浆活动有关的岩浆分异型矿、矽卡岩型矿、热液型矿、有色多金属矿和贵金属矿等均具有较好的找矿前景。

完成项目测试工作的单位包括：新疆地质矿产勘查开发局中心实验室（地球化学样品测试，2006，2008），新疆地质矿产勘查开发局第二地质大队中心实验室（矿石简项分析，2006），新疆泰格地质物探公司（物探地质测量，2006），四川地质矿产勘查开发局中心实验室（矿石化学分析，稀土测试，微量元素测试，光谱测试，2007），四川地质矿产勘查开发局华阳检测中心（矿石简项分析，岩石化学，矿石光谱，找矿人工重砂，2007，2009），四川地质矿产勘查开发局川西北检测中心（岩石化学简项分析，2008），中国地质科学院天津地质矿产研究所（锆石铀-铅法同位素测试，2008），国土资源部中南矿产资源监督检测中心同位素研究室（全岩钾-氩法同位素测试，2008），四川省核工业地质调查院（物探地质测量，2009），中国地质科学院成都地质矿产研究所（矿相测试，2009），中国地质科学院南京地质矿产研究所（矿相测试，2009），中国地质大学（武汉）地质过程与矿产资源/生物地质与环境地质国家重点实验室（全岩锆石铀-铅-钍法同位素测试，稀土测试，微量元素测试，2009）。

在地质矿产调查和研究过程中，库斯拉甫地区研究由杨剑教授负责，恰尔隆地区研究由崔春龙教授负责，杨恒书教授级高级工程师担任技术负责。其他先后分阶段参加野外调查和室内研究的有陈廷方教授、李汝宁教授级高级工程师、刘岁海副教授、柳岳裔高级工程师、蒋兴治副研究员和侯兰杰、黄建国、李文杰、朱余银、汪建中、夏青、武锋强、赖小平、张杰、苏英兰、李朝毅等老师，顾清月、程绍萍、吕丰强、邱洪亮、范飞鹏、宋春彦、董孟、程绍铂、孙文明、何龙、李明欣等研究生和30余位本科生。

本书是西昆仑盆山耦合带地质矿产研究成果的系统总结，杨剑、杨恒书、冯昌荣等共同执笔完成，由杨剑统编定稿。具体分工如下：前言由杨剑编写，第一章沉积盆地演化由杨剑、顾清月、杨恒书编写，第二章岩浆岩及年代同位素研究由杨恒书、杨剑、邱洪亮编写，第三章区域地质构造基本特征由杨剑、杨恒书、冯昌荣、顾清月编写，第四章遥感技术的地质应用由杨恒书、杨剑、程绍萍编写，第五章矿产资源由杨恒书、杨剑、冯昌荣、吕丰强编写，第六章地壳变迁与环境由杨剑、杨恒书编写，结语由杨剑编写。

在书稿撰写和地质矿产调查过程中，得到了众多单位和个人的支持、帮助和指导。感谢参与野外调查和室内研究的所有人员的辛勤付出；感谢测试单位的鼎力相助；感谢合作单位的通力协作；感谢西南科技大学科技处、环境与资源学院的大力支持；感谢中国地质大学殷鸿福院士、喻建新教授、谢树成教授、赖旭龙教授、胡兆初教授，新疆国土资源厅董连慧、冯京、焦生瑞、刘振涛、李卫东、兰险、胡建卫、王克卓、陈明勇、张东升、潘成泽、倪新远、朱志新、杨在峰、邵行来、孙江华、赵恒乐、杨子江、屈迅、王海涛、高鹏、赵树铭等专家的热情指导；感谢所引用参考文献作者的无私奉献；感谢所有给予我们关心和帮助的每一位热心人。

由于西昆仑地质复杂，加之作者水平有限，对书中的疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 沉积盆地演化	(1)
第一节 古元古代泛大洋盆地	(2)
第二节 新元古代—早古生代早期盆地	(4)
一、南华纪—震旦纪早期沉积盆地	(4)
二、震旦纪晚期沉积盆地	(5)
三、寒武纪早期沉积盆地	(5)
第三节 晚古生代盆地	(9)
一、西昆仑地区晚古生代盆地	(9)
二、塔里木大陆南缘晚古生代盆地	(17)
三、晚古生代沉积盆地演化格局	(30)
第四节 中—新生代盆地	(33)
一、侏罗纪前陆盆地	(33)
二、白垩纪—古近纪沉积盆地	(40)
三、新近纪沉积盆地	(45)
四、第四纪沉积盆地	(46)
第二章 岩浆岩及年代同位素研究	(53)
第一节 蓟县纪—青白口纪岩浆侵入岩	(53)
一、卡拉库鲁木片麻状花岗岩	(53)
二、阿孜巴勒迪尔变质花岗岩	(59)
第二节 早古生代岩浆侵入岩	(64)
一、云吉于孜岩体	(64)
二、马拉喀喀奇阔岩体	(70)
三、琼其盖力克岩体	(74)
四、胡扎巴克岩体	(78)
五、阿勒玛勒克岩体	(82)
第三节 晚古生代岩浆侵入岩	(92)
一、卡拉吉尔嘎岩体	(92)
二、塔里木大陆南缘侵入岩	(95)
第四节 中生代岩浆岩	(96)
第五节 脉岩	(100)

第六节 火山岩	(103)
一、长城系火山岩	(103)
二、寒武系火山岩	(104)
三、泥盆系—石炭系火山岩	(106)
第七节 同位素年龄测试新思路	(107)
一、前寒武纪岩浆岩的确定	(109)
二、早古生代岩浆岩的确定	(110)
三、中生代三叠纪岩浆岩的确定	(114)
四、区域岩浆活动与地质事件的总体趋势	(116)
五、有关 K—Ar 法的应用情况简介	(117)
第三章 区域地质构造基本特征	(119)
第一节 大地构造单元划分	(119)
一、西昆仑复合造山带归属青藏大陆	(119)
二、塔里木盆地归属扬子大陆的可能性	(120)
第二节 构造地质基本特征	(122)
一、地质建造	(122)
二、地质构造单元	(125)
第三节 新构造运动与地质灾害	(133)
一、地壳隆升运动	(133)
二、地震	(134)
三、山体滑坡	(134)
四、泥石流	(135)
第四章 遥感技术的地质应用	(136)
第一节 遥感解译的方法与技术	(136)
一、图像合成处理	(136)
二、建立地质解译标志	(137)
三、遥感解译步骤	(138)
第二节 遥感影像分区	(138)
一、西昆仑影像区	(140)
二、塔里木影像区	(140)
第三节 遥感解译成果	(141)
一、地层解译	(141)
二、岩浆岩解译	(147)
三、构造解译	(153)
四、地质资源解译	(166)
五、大区域地质构造的基本认识	(169)
第五章 矿产资源	(172)
第一节 矿产地质中基础地质研究	(172)

一、地层与矿产资源	(172)
二、岩浆岩与矿产资源	(174)
三、变质岩与矿产资源	(175)
四、构造与矿产资源	(176)
第二节 地球物理及地球化学特征	(180)
一、地球物理场特征	(180)
二、地面地球物理剖面测量	(181)
三、地球化学特征	(187)
第三节 矿产资源	(188)
一、西昆仑成矿带	(188)
二、塔里木大陆南缘成矿带	(188)
三、水资源	(201)
第四节 矿产资源的形成和分布规律	(201)
一、成矿域和成矿区带的划分及基本特征	(201)
二、沉积盆地与成矿	(202)
三、岩浆成矿作用	(204)
四、构造成矿机理浅析	(204)
第六章 地壳变迁与环境	(207)
第一节 古—中元古代初始大陆的形成与演化	(207)
第二节 新元古代—早古生代地壳演化	(207)
一、南华纪—早寒武世泛大陆演化	(207)
二、兴凯期造山带的形成	(209)
第三节 晚古生代沉积盆地演化	(209)
一、泥盆纪沉积盆地演化	(209)
二、石炭纪—二叠纪中期盆地演化	(210)
三、二叠纪晚期海盆演化	(211)
第四节 中生代—新生代早期沉积盆地演化	(212)
一、三叠纪巴颜喀拉海槽演化	(212)
二、侏罗纪—早白垩世陆相盆地演化	(212)
三、晚白垩世—古近纪盆地演化	(213)
第五节 新生代沉积盆地演化与环境	(214)
一、新近纪陆内盆地演化	(214)
二、第四纪盆地演化与环境	(214)
结 语	(220)
主要参考文献	(224)
图版说明	(251)
图 版	(259)

第一章 沉积盆地演化

研究区位于西昆仑山北麓和塔里木盆地南缘，以库斯拉甫－恰尔隆地区为核心，涉及地域包括库斯拉甫、恰尔隆及其外围的整个西昆仑山和塔里木盆地南缘的盆－山耦合带（图 1-1）。

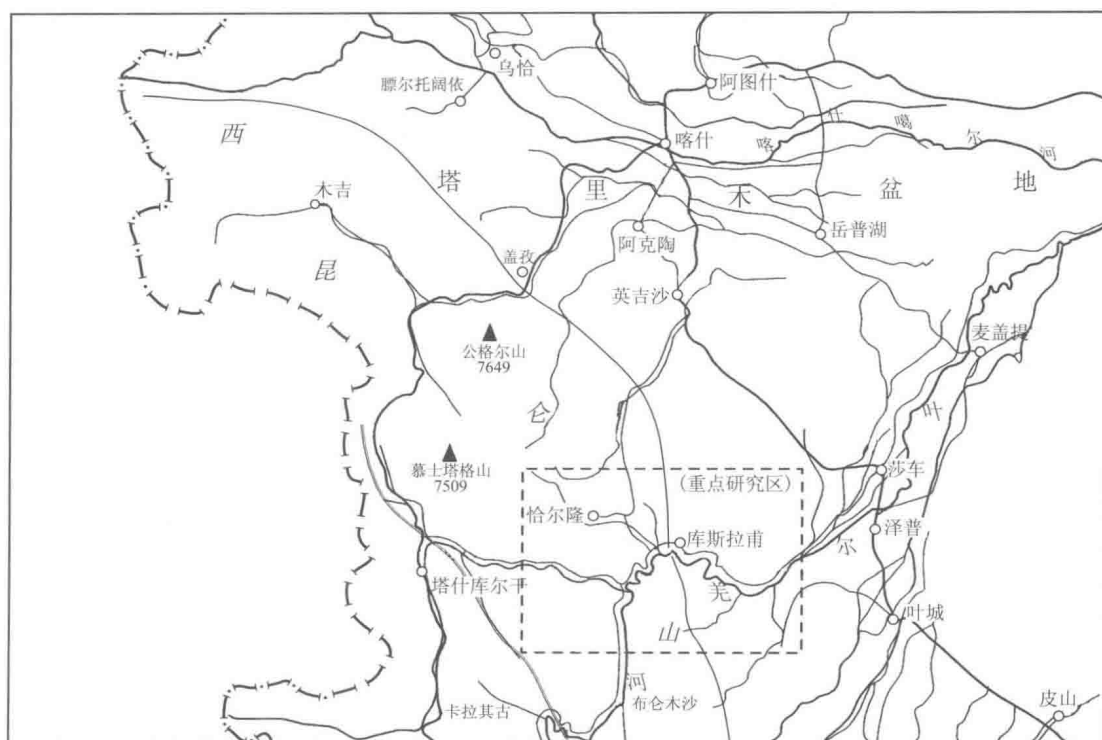


图 1-1 研究区地理位置图

沉积盆地演化研究是地球古地理环境恢复的重要手段。由于不同地区地质构造环境的不同，西昆仑和塔里木盆地的演化模式存在极其明显的差异（表 1-1）。盆地演化可划分为古－中元古代、新元古代、早古生代、晚古生代、中－新生代等多个阶段。在西昆仑地区，从古元古代开始到晚古生代的盆地特性均为海槽型；在塔里木地区，从南华纪开始到新生代的盆地演化特性多为较稳定的台地型，火山活动仅局限在很小的区域。两个大地构造单元的沉积盆地演化和地层展布均有明显的个性，但也存在一定的共性。



表 1-1 西昆仑复合造山带与塔里木盆地南缘地质对比

地质时代		地质事件	青藏大陆 西昆仑复合造山带	塔里木大陆 塔里木盆地南缘
界	系			
新生界	第四系	新构造运动	山岳冰川及山间河谷堆积	山前河湖沉积及风积沙漠
	新近系	喜马拉雅运动	陆内山间河流相及河湖相红色磨拉石陆源碎屑堆积	残留-陆相红色(杂色)陆源碎屑沉积
	古近系			滨海-浅海-潟湖相红色及杂色陆源碎屑沉积及介壳(碎屑)灰岩和膏盐沉积
中生界	白垩系	燕山运动	陆相含煤建造, 上部红色碎屑建造	陆相含煤建造, 上部红色碎屑建造
	侏罗系			
	三叠系	印支(东吴)运动	海槽型深色复理石陆源碎屑建造中含大量滑塌堆积生物灰岩块体	(缺失沉积)
上古生界	二叠系	华力西运动	海槽型深色复理石陆源碎屑岩夹少量生物碎屑灰岩沉积	台地型滨海-浅海生物(碎屑)碳酸盐岩及陆源粗-细碎屑沉积
	石炭系			
	泥盆系			
下古生界	志留系	加里东运动	(缺失沉积)	(缺失沉积)
	奥陶系		大量中-酸性岩浆侵位	
	寒武系			
上元古界	震旦系	兴凯运动	下寒武统海槽复理石陆源碎屑岩夹基性火山岩, 放射虫硅质岩	(下寒武统可能缺失沉积)
	南华系		上震旦统大理岩, 南华系一下震旦统复成分粗-细陆源碎屑岩	上震旦统大理岩、南华系一下震旦统复成分粗-细陆源碎屑岩
中元古界	青白口系	晋宁运动	(缺失沉积)	蓟县纪中-酸性岩
	蓟县系		蓟县纪中-酸性岩浆较大规模侵位, 岩体遭受区域热动力变质作用	
下元古界	长城系	四堡运动	长城系角闪岩相陆源碎屑变质岩及大理岩, 夹变质火山岩	长城系角闪岩相变质岩

第一节 古元古代泛大洋盆地

在现有文献资料中, 对古元古代地层的认识显得比较混乱。在由新疆地矿局第二区域地质调查大队刘振涛等(1998)完成的 1:50000 班迪尔幅和下拉夫迭幅地质调查报告中, 将一套中级变质相(角闪岩相)变质岩厘定为长城系赛图拉群, 并再以在五古力牙特一带斜长角闪片岩(变基性火山岩)中获得的锆石 Pb-Pb 法同位素年龄值 (1742 ± 35) Ma 为依据确定了长城系的存在, 另从侵位其中的变质花岗岩锆石 U-Pb 同位素年龄 438 Ma 得到佐证。但在此后, 河南省地质调查院(2004)完成的 1:250000 塔什库尔干幅将该部分地层归属于奥陶-志留系, 但未能列出时代变更的确切依据。西南科技大学(2008)在恰尔隆一带 1:50000 区域地质矿产调查时, 对这套变质地层进行了剖面研究, 发现有两期变质作用叠加, 且 S_1 面理大多被置换变形, 原始的岩石地层层序很难恢复, 故按非史密斯地层思路, 将该地层定名为长城系赛图拉岩群。本研究另在阿克陶县库斯拉甫南西的阿孜巴勒迪尔变质花岗岩中采集锆石样品, 用 U-Pb-Th 综合法获 $1519.86 \sim 1391.1$ Ma 趋势值年龄, 亦佐证长城系存在的最大可能性。现以塔什库尔干库科西力克实

测地质剖面为基础，将长城系赛图拉岩群划分出下、中、上三个非正式岩组地层单位（图1-2），其剖面如下。

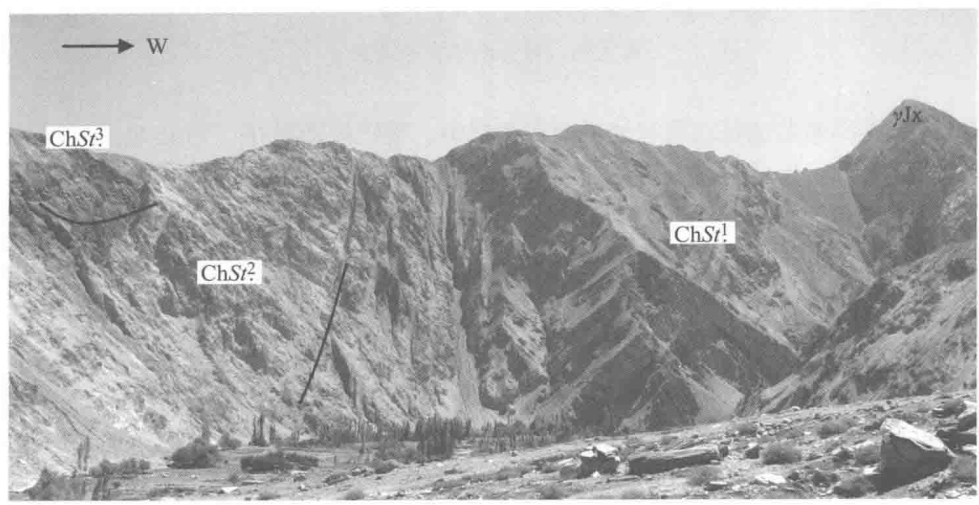


图1-2 长城系地质剖面景观（镜向南）

上覆：下寒武统 灰色二云母石英千枚岩

=====断层=====

长城系赛图拉岩群（ChSt.）	>2760.4 m
第三（上）岩组（ChSr³.）	519.6 m
20. 浅灰色角砾状云母石英片岩，灰绿色碎斑状黑云斜长石英片岩夹碳酸盐岩化角闪云母石英片岩	341.7 m
19. 灰-灰黑色中层状黑云母石英片岩	71.7 m
18. 灰-灰绿色碳酸盐岩化（角闪）黑云石英片岩夹碳酸盐岩化云母石英片岩	106.2 m
第二（中）岩组（ChSr².）	336.2 m
17. 灰白色中-厚层状片理化细晶大理岩与深灰色中-厚层状片理化大理岩互层，中夹硅化细晶大理岩	214.7 m
16. 浅灰-灰白-灰黑色薄-中层状、条带状大理岩夹碳酸盐岩化云母石英片岩	121.5 m
第一（下）岩组（ChSr¹.）	1904.6 m
15. 灰-灰绿色及灰黑色石榴黑云石英片岩夹碳酸盐岩化黑云石英片岩	178.1 m
14. 灰-灰褐色黑云斜长石英片岩夹方解石石英片岩	33.6 m
13. 深灰-灰绿色绿帘黑云石英片岩及角闪斜长石英片岩	45.7 m
12. 灰-深灰色绿帘黑云石英片岩	151.1 m
11. 灰-灰绿-灰黑色绿帘黑云石英片岩夹黑云石英片岩	738.9 m
10. 灰-灰褐色黑云石英片岩夹绿帘黑云石英片岩	161.4 m
9. 灰-灰黑色黑云石英片岩及绿帘黑云石英片岩夹大理岩透镜体	190 m
8. 灰褐-褐黄色（碳酸盐岩化）黑云石英片岩夹少量石榴子石黑云石英片岩	22.6 m
7. 黄褐-灰色石榴黑云石英片岩	66.6 m
6. 灰-灰褐色薄-中层状云母石英片岩	25.3 m
5. 灰白-白色厚层状细晶大理岩	4.4 m
4. 灰-灰褐色黑云斜长角闪石英片岩	55.4 m



- | | |
|-------------------------------|----------|
| 3. 灰-灰绿色角闪斜长石英片岩夹黑云石英片岩及黑云母片岩 | 33.9 m |
| 2. 灰-浅灰色黑云石英片岩夹灰绿色中-厚层状角闪斜长片岩 | 70.6 m |
| 1. 深灰-黑灰色角闪斜长石英片岩夹碎斑状角闪斜长片岩 | >160.9 m |
- (未见底, 蓟县纪花岗岩侵位)

赛图拉岩群原命名地是新疆叶城县南赛图拉山。赛图拉岩群在《西北地区区域地层表》中所厘定的地层时代为震旦纪, 命名剖面在叶城县南的赛图拉, 按岩性划分为上部大理岩(1700 m), 中部角闪片岩夹大理岩(2700 m)和下部变质砾岩、绿泥石英片岩(950 m)。

本书赞同赛图拉岩群归属于长城系, 塔什库尔干库科西力克剖面测制过程中划分的三个岩性段只是按一个实测地层剖面自然露头顺序来处理的。至于区域上如何进行岩石地层单元划分和对比, 尚有待更深入的研究。

长城系赛图拉岩群属角闪岩相变质岩, 基本岩石类型是以出现较多角闪石和石榴子石来厘定的。其他常见矿物有: 黑云母、白云母、绿帘石、黝帘石、绿泥石、石英、斜长石、方解石等。主要岩石有角闪云母石英片岩、石榴云母石英片岩、斜长角闪片岩和大理岩等。普遍发育 S_1 片理构造、眼球状构造和鳞片变斑晶结构, S_0 原始沉积面理大多被置换。现有变形特征多展现 S_1 片理变形。这可视为后期叠加变质作用的产物。部分石榴子石在镜下呈眼球状构造。恢复原岩面貌应为陆源碎屑岩夹碳酸盐岩及中-基性火山岩。

长城系的中级相变质岩石组成和变形变质特征基本可与甘肃、青海、四川三省(青藏高原区)前南华纪地层(如“碧中群”)对比, 展现出泛大洋盆地沉积的特点, 意味着整个青藏高原区经历了大洋盆地的演化过程。

第二节 新元古代一早古生代早期盆地

前人资料中, 新元古代一早古生代(早期)地层是空白的, 本次在恰尔隆和库斯拉甫一带的 1:50000 区域地质矿产调查研究中获得了较大进展。新厘定出南华系—震旦系和下寒武统三个组成部分。即将 1:250000 塔什库尔干幅(2004)所厘定的蓟县系改定为南华系—震旦系, 其岩石组成为一套低绿片岩相浅变质长石砂岩、长石石英砂岩, 中夹砾岩和绢云母粉砂质板岩, 上覆有含放射虫硅质岩及石炭系砂砾岩; 岩石地层单元厘定为下震旦统恰克马克力克组; 此后于 2008~2010 年开展的库斯拉甫一带 1:50000 地质调查中, 于阿孜巴勒迪尔变质花岗岩南侧, 发现了蓟县纪花岗岩之上有一套变质花岗质砾岩不整合覆盖其上。砾岩层之上有砂岩和板岩互层段, 最上部为灰白色大理岩。前人资料曾将这部分变质花岗质砾岩误认为“花岗岩”。本次厘定大理岩之上的大套变质砂岩及复成分砾岩与变质粉砂岩及板岩(局部夹结晶灰岩)部分为下寒武统, 且包括上覆的克英组硅质岩, 顶界被下石炭统砾岩不整合覆盖。

一、南华纪—震旦纪早期沉积盆地

在古元古代末, 晋宁运动使整个泛海洋盆地关闭, 发生区域变质作用和大规模岩浆侵位, 即构成该地区已知的最早造陆(或造山)事件。塔什库尔干卡拉库鲁木南的变质花岗岩、慕士塔格山花岗岩和阿克陶县库斯拉甫南的阿孜巴勒迪尔变质花岗岩(锆石 U-

Pb-Th 年龄为 1519.86 ~ 1391.1 Ma), 即为这一造山事件的产物。在这一古老晋宁期褶皱和结晶基底之上, 发育了台地型陆源碎屑岩沉积。

盆地演化早期, 为一套粗陆源碎屑沉积。这可以库斯拉甫之南的灰-深灰色厚层-块状浅花岗质变质砾岩(地层图版 II-2, 3) 及变质砂岩或变质石英岩夹板岩的韵律互层为代表, 总厚达 2500 ~ 3200 m; 底界不整合于蓟县纪花岗岩之上(地层图版 II-1), 砾石成分主要为浅灰-肉红色花岗岩, 其次是石英岩、燧石等, 砾径 2 ~ 5 cm 不等, 含量 40% ~ 60%, 形态多为次滚圆状, 少量浑圆状, 基底充填式胶结; 因沉积和变质作用, 砾石排列显定向性。从砾岩的砾石直径大小比较均一和滚圆度较好来看, 属于滨海盆地沉积。

这部分砾岩, 因呈现块状特征, 很像花岗岩, 在 1:250000 地质图上是作为花岗岩来处理的。在库斯拉甫一带 1:50000 区调中, 通过实地观察和岩矿鉴定确认为一套含花岗岩质砾石较多的陆源碎屑岩, 而不是花岗岩, 并发现底界不整合于蓟县纪花岗岩之上。这套地层的下部层位粗碎屑岩相当于塔里木地区的恰克马克力克组, 上部细碎屑岩相当于库尔恰克组, 这在大区域上可与青藏高原北缘西秦岭区甘肃境内关家沟组、四川境内木座组和“蜈蚣口组”对比。至于冰碛层, 在这一区域尚未发现存在的确切证据。

二、震旦纪晚期沉积盆地

晚震旦世出现碳酸盐岩台地演化。据调查, 在阿克陶县库斯拉甫乡迭买吐孜和塔尔乡苏巴什沟口等地均有发现。岩石组成主要为灰白-浅灰色中-厚层块状细晶-中晶大理岩, 上部有灰白色条带状大理岩和深灰色中厚层状中晶-细晶大理岩, 厚度大于 323.9 m。该组底界与下震旦统板岩呈整合接触, 顶界由下寒武统变质砂岩或砾岩平行不整合覆盖。

晚震旦世的碳酸盐岩台地沉积, 在大区域上有较好的可比性。由于前人未在这一地区发现其存在, 故没有岩石地层单元名称可作为参考, 即引用了塔里木地区的克孜苏胡木组(Z_2k)。在岩石地层单元命名地克孜苏胡木产有疑源类(微古植物) *Michrystidium poratum* 等, 时代归属即为晚震旦世。在区域上可与西秦岭区临江组(甘肃)或水晶组(四川)对比。

三、寒武纪早期沉积盆地

寒武纪早期沉积盆地发生了较明显的变化, 呈现大套的海槽型类复理石陆源碎屑沉积, 中夹少量碳酸盐岩, 在柯岗一带有中-基性火山岩(含超基性岩), 恰尔隆一带出现有放射虫硅质岩。这是西昆仑地区分布最广泛的一套地层, 具有洋壳化小洋盆的沉积特点。

(一) 地层剖面列述

下寒武统因区域变质作用、强变形和断裂构造影响, 剖面多不完整, 但顶底关系比较清楚, 地层时代的确定尚属可信。

1. 乌鲁克吐孜沟剖面

乌鲁克吐孜沟剖面在阿克陶县恰尔隆南, 由西南科技大学(2006)侯兰杰等人在恰尔隆一带 1:50000 地质调查中发现, 并沿乌鲁克吐孜沟测制, 顶界清楚。但原有 1:250000 区域地质调查报告厘定为中元古界, 恰尔隆 1:50000 区调资料归属为震旦系, 曾用名恰克马克力克组。本书采用库斯拉甫剖面命名阿克塔什组, 可与库斯拉甫的宗塔什



组对比。克英组原归下石炭统，现调整到下寒武统上部。

上覆：下石炭统苏阿克组 (C_1s) 砾岩

----- 平行不整合 -----

下寒武统

克英组 (ϵ_1k)

277.9 m

- | | |
|--------------------------------------|----------|
| 16. 浅灰色含硅质绢云母粉砂质板岩夹条带状硅质粉砂岩 | 16.93 m |
| 15. 灰黑-黑色薄-中厚层状含放射虫细晶-微晶碳硅质岩，中含黄铁矿结核 | 225.19 m |
| 14. 灰黑-黑色薄-中厚层状含碳硅质岩，中有星粒状及浸染状黄铁矿 | 14.82 m |
| 13. 深灰-黑灰色含绢云母碳硅质板岩，底部有含砾硅质板岩 | 20.96 m |

----- 整合 (或平行不整合) -----

阿克塔什组 (ϵ_1a)

>3151.8 m

上段 (ϵ_1a^2)

1710.8 m

- | | |
|---|---------|
| 12. 浅灰-灰白色中厚层状细-中粒石英砂岩，局部条带状中粒变质石英砂岩及纹层状石英岩 | 15.7 m |
| 11. 浅灰色中-厚层状细-中粒变质石英砂岩 | 353.6 m |
| 10. 灰白色中-厚层状细-中粒变质石英砂岩 | 53.3 m |
| 9. 灰色块状细粒变质石英砂岩 | 242 m |
| 8. 浅灰色厚层-块状细粒变质石英砂岩 | 230.4 m |
| 7. 青灰色中-厚层致密块状细粒变质石英砂岩 | 492.1 m |
| 6. 深灰色厚层-块状细粒变质长石石英砂岩 | 45.6 m |
| 5. 深灰色中-厚层状细粒变质石英砂岩 | 227.1 m |
| 4. 深灰色中厚层-块状变质石英质砾岩 | 51 m |

下段 (ϵ_1a^1)

>1441 m

- | | |
|---------------------------------|---------|
| 3. 深灰-灰色厚层-块状细粒长石石英砂岩 | 177.2 m |
| 2. 深灰色中-厚层状细-中粒长石石英砂岩，部分为粗粒长石砂岩 | 348.1 m |
| 1. 青灰-灰色中-厚层-块状细粒长石石英岩 | 915.7 m |

(未见底)

2. 库斯拉甫宗塔什剖面

剖面位于库斯拉甫乡 (镇) 南西的宗塔什，由西南科技大学 (2008) 库斯拉甫一带 1:50000 区调中沿叶尔羌河测制。

上覆：下石炭统苏阿克组 (C_1s) 含砾砂岩

----- 沉积不整合 -----

下寒武统

宗塔什组 (ϵ_1z)

上段 (ϵ_1z^2)

>786.5 m

- | | |
|---|---------|
| 18. 浅灰-灰色中厚层状钙质石英细-粉砂岩与灰绿色钙质粉砂质板岩等厚韵律组合层，上部为厚层状晶泥质白云质灰岩 | 187.8 m |
| 17. 深灰-灰黑色薄-中厚层状微晶 (泥晶) 灰岩夹薄层状钙质板岩 | 39.4 m |
| 16. 灰-深灰色钙质粉砂质板岩夹中厚层状钙质中-细粒石英砂岩及钙质石英 | |

粉砂岩	5.4 m
15. 浅灰色薄-中层状糜棱岩化微晶灰岩	184.5 m
14. 灰白色块层状细晶-微晶质石英岩	43.6 m
13. 灰-深灰色砾状细晶灰岩夹浅灰色砂质细晶-微晶灰岩	156 m
12. 深灰-灰黑色薄-中厚层状泥晶灰岩、泥灰岩	13.8 m
11. 深灰色中厚层-块状硅化细晶灰岩	106 m
下段 (ϵ_{1z}^1)	1007.1 m
10. 深灰-灰黑色含碳粉砂质(斑点)板岩及条带状粉砂质板岩夹粉砂岩	71.8 m
9. 深灰-灰黑色厚层-块状变质(含砾)中-细粒岩屑砂岩夹砾岩及薄层状粉砂质板岩	34.5 m
8. 深灰-灰黑色碳质粉砂质板岩、泥质粉砂岩夹含黄铁矿碳质粉砂岩	184.7 m
7. 深灰色中-厚层状变质粗-中粒含砾岩屑杂砂岩夹泥砂质板岩及砾岩透镜体	72.3 m
6. 灰黑色碳质板岩夹少量深灰色细砂岩及含砾砂岩透镜体	38.3 m
===== 断层 =====	
5. 深灰-绿灰色厚层-块状变质砾岩	12.3 m
4. 深灰-绿灰色厚层状变质砾岩与变质含砾粗砂岩的韵律互层组合	64.9 m
3. 深灰-绿灰色中-厚层状细粒变质砂岩夹土黄灰色细粒砂岩条带	199.8 m
2. 深灰色片理化块状变质砾岩	234.6 m
1. 深灰色片理化粗-中粒变质黑云母石英砂岩	94.9 m
----- 平行不整合 -----	
下伏: 上震旦统克孜苏胡木组 (Z_2k) 大理岩	

(二) 岩石地层单元建立讨论

现在新厘定的寒武纪地层,在西昆仑地区分布比较广泛,因遭受了区域变质作用和造山事件的变形改造,褶皱和断裂发育,目前尚未发现比较完整的地质剖面,理想的岩石地层单元的正式拟建还不够成熟。加上前人资料中没有涉及,也就没有岩石地层单元可供参考。这里只提出参考性的三个岩石地层单位,从下而上有柯岗火山岩组、阿克塔什组/宗塔什组和克英组。

1. 柯岗火山岩组 (ϵ_{1k})

火山岩属溢流相中-基性熔岩,它的产出与寒武系碎屑岩多呈断裂接触,岩石组成主要是灰绿色蚀变玄武岩和杏仁状安山岩。岩石的变质蚀变比较强烈,玄武岩几乎全部绿泥石化;安山岩具斑状结构和杏仁状构造,杏仁中充填物主要为石英,少量为长石。岩石化学特征显示为橄榄玄武岩和拉斑玄武岩,且在此两种熔岩中均有少量超基性岩侵位。故有较多地质工作者视之为残留洋壳,称蛇绿岩套,即所谓柯岗结合带。现暂视为震旦-寒武系洋壳化(或裂谷)火山岩。

2. 阿克塔什组 (ϵ_{1a}) / 宗塔什组 (ϵ_{1z})

此部分地层在西昆仑地区分布较广泛,以一套深色浅变质陆源碎屑沉积为特征,局部夹碳酸盐岩。基本岩石组成为两个类型。

阿克塔什组 (ϵ_{1a}) 分布范围在恰尔隆以南地带。下段(底界断失)的岩石组成为灰-深灰色中-厚层-块状浅变质长石砂岩及长石石英砂岩;上段为深灰-浅灰白色中-