

中华人民共和国地质部

地质部

内蒙古渣尔泰山群

地质部 地质研究所 第四号

岩相古地理

主编 李冲王 周德安等 著



p
306
141
14

地质部

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

三 岩石 矿物 地球化学 第 14 号

内蒙古渣尔泰山群岩相古地理

谭 琳 朱绅玉 周盛德
苗建清 张玉清 王 韬 著

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了内蒙古渣尔泰山群岩相古地理,运用层序地层学的理论、方法,成功地解释了浅变质岩区的沉积史,建立了沉积相序列,编制了岩相古地理图,指出了华北地台北缘多金属层控矿床的找矿方向。

本书内容丰富、图文并茂,可供地质院校、科研生产单位的有关人员参考。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第 14 号

内蒙古渣尔泰山群岩相古地理

谭 琳 朱绅玉 周盛德等 著

*

责任编辑:韩效亭

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

内蒙古地质测绘队印刷厂印刷

(呼和浩特市呼伦南路 4 号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:15.25 插页图:3 页 字数:360 千

1991 年 12 月内蒙古第一版·1991 年 12 月第一次印刷

印数:1000 册 国内定价:11.9 元

ISBN 7-116-00895-0/P·763

前 言

本书首次在难度较大的大陆边缘浅变质、构造变形剧烈的中元古代地层区,用现代沉积学理论、方法、技术进行岩相古地理研究。书中收集了大量的实际资料,建立了沉积相序列;第一次在渣尔泰山群中识别出两个沉积界面;首次在该群中识别出事件地层记录;编制了书记沟期—增隆昌早期、增隆昌晚期、阿古鲁沟期岩相古地理略图;添补了国内中元古代浅变质岩区岩相古地理研究的一个空白。这为渣尔泰山地区乃至华北地台北缘中元古代构造史、沉积史的研究提供了新的佐证,开拓了新的思路和研究途径。本书所采用的层序地层学的观点以及应用沉积界面分析方法进行岩相古地理研究是一次较成功的尝试,为具有相似地质条件的邻区开展岩相古地理工作提供了一个较好的经验,同时也为华北地台北缘的多金属成矿带找矿工作提供了重要的地质背景资料。

本书所阐述的观点、方法及理论可较广泛地应用在基础地质研究领域,对提高内蒙古地区及邻区地质研究程度和水平将起到较好的作用。

内蒙古地质矿产局潘启宇总工程师、张月森处长等曾对本课题进行过认真指导。地质矿产部地质研究所乔秀夫研究员曾全面检查过本课题的野外工作,并进行过周密的指导,这对于本课题成果的提交和本书的完成起了决定性的作用。中国地质大学(北京)孟祥化教授在1987、1988两年曾对本课题野外工作进行过指导。参加本项工作的还有马本立、张琳、李莹莹、吴昌东、郭悦鹏等。张晓虹清抄了绝大部分出版稿,并参加了出版稿的审理。本书插图均为内蒙古区调一队绘图室的同志们清绘。在此一并表示深切的谢意。

目 录

绪 论	(1)
第一章 渣尔泰山群中元古代早期(第一沉积序列书记沟组、增隆昌组)的沉积环境 及古地理特征	(9)
第一节 渣尔泰山群书记沟期(书记沟组)陆相沉积环境及古地理特征	(9)
第二节 渣尔泰山群书记沟期(书记沟组)过渡相沉积环境及古地理特征	(22)
第三节 渣尔泰山群书记沟期、增隆昌早期(书记沟组、增隆昌组第一岩性段) 海相沉积环境及古地理特征	(26)
第四节 渣尔泰山群增隆昌晚期(增隆昌组第二岩性段)沉积环境及古地理特 征	(38)
第二章 渣尔泰山地区中元古代中期(阿古鲁沟期——第二沉积序列阿古鲁沟组) 沉积环境及古地理特征	(68)
第一节 阿古鲁沟早期(阿古鲁沟组第一岩性段)沉积环境及古地理特征	(68)
第二节 阿古鲁沟中期(阿古鲁沟组第二岩性段)沉积环境及古地理特征	(83)
第三节 阿古鲁沟晚期(阿古鲁沟组第三岩性段)沉积环境及古地理特征	(128)
第四节 阿古鲁沟期沉积相模式及古地理概述	(132)
第三章 渣尔泰山地区中元古代晚期(刘鸿湾期——第三沉积序列刘鸿湾组)沉积环境 及古地理特征	(136)
第一节 渣尔泰山地区刘鸿湾期沉积岩相古地理	(136)
第二节 温更地区刘鸿湾期沉积岩相古地理	(141)
第三节 东升庙—呼勒斯太地区东部——对门山刘鸿湾期沉积岩相古地理	(144)
第四节 刘鸿湾期沉积相模式及古地理概述	(145)
第四章 中元古代渣尔泰山群沉积构造发展史概述	(147)
第一节 中元古代渣尔泰山群沉积构造发展史的几个阶段	(147)
第二节 渣尔泰山地区中元古代古地理特征概述	(150)
第三节 渣尔泰山地区中元古界层控多金属矿床与沉积环境的关系	(152)
结束语	(155)
图版说明及图版	(156)
参考文献	(229)
英文摘要	(231)

绪 论

渣尔泰山群是华北地台北缘重要的含矿地层,至今已发现和探明了多个大型多金属矿床。研究它的地层层序、沉积岩相古地理及其构造环境的演化规律等,对于内蒙古及整个华北地台北缘找矿工作均有十分重要的意义。针对上述目的,首次对内蒙古西起狼山东段对门山,东至固阳北前康兔沟地区(即东经 $101^{\circ}30'$ — $110^{\circ}20'$,北纬 41° — $41^{\circ}20'$)分布的浅变质的渣尔泰山群,应用层序地层学的理论及方法、沉积岩相古地理分析法,进行了历时3年(1987—1989)的系统研究,取得了较好的成果。本书就是在这一研究成果的基础上完成的。

有关渣尔泰山群的研究,由来已久。解放前及解放初期,曾先后有孙健初(1934)、严坤元等(1950—1954),李毓英等(1957)对渣尔泰山群进行过研究。从1964年起,内蒙古第一区域地质测量队(现内蒙古第一区域地质调查队)五分队对渣尔泰山地区进行了1:20万比例尺的区域地质测量,首次系统地研究了渣尔泰山群;1979年始该队七分队又在温更至书记沟一带,以渣尔泰山群为主要研究对象,进行了1:5万比例尺的区域地质调查,将渣尔泰山群首次划分为:书记沟组、增隆昌组、阿古鲁沟组、刘鸿湾组、白音布拉沟组;1984年内蒙古地质矿产局105地质队在完成甲生盘矿区的勘探报告的同时,提交了《内蒙古巴盟甲生盘层控多金属矿成矿规律研究报告》,对渣尔泰山群的沉积环境进行了探讨;1988年内蒙古地质研究队在《白云鄂博群、渣尔泰山群时代、对比、含矿性研究》中对渣尔泰山群进行了多学科的综合研究;1986—1989年内蒙古地质研究队、内蒙古第一区域地质调查队、内蒙古第一物探队在完成国家科委“七五”计划重点攻关项目《狼山地区铜多金属成矿规律及找矿方向》研究中,对渣尔泰山群作了系统的研究。上述研究成果,对本书的完成都起了较大的作用。

一、渣尔泰山地区区域地质概况(图1、图2)

(一)地层

1. 上太古界乌拉山群(Ar_{2w}): 乌拉山群为本区层位最低的地层,岩性主要为黑云斜长片麻岩、角闪二长片麻岩、各种混合岩、含石墨大理岩等。主要分布在本区南部,其它地区零星出露。

2. 下元古界色尔腾山群(Pt_{1sr}): 色尔腾山群分布在红壕北、增隆昌、色尔腾山等地,西部狼山也有零星出露,1:5万区域地质调查将其划为刘鸿湾组第二岩性段。岩性为混合岩化绿泥石英片岩、二云片岩、角闪斜长变粒岩、二长浅粒岩、糜棱岩化黑云母片岩、斜长角闪片岩,夹含磁铁石英岩等。

3. 中元古界渣尔泰山群(Pt_{2zh}): 渣尔泰山群是本书的主要研究对象,其分布在本区比较集中,西从炭窑口,经东升庙、对门山、温更、乌兰呼都格、甲生盘、书记沟等地,向东一直达固阳县及其以东。南北最宽约60—70km。渣尔泰山群的岩性主要为碎屑岩、泥页岩、碳酸盐岩,少量火山岩,都程度不同地发生了低变质作用。其中碎屑岩占40%左右,泥页岩占

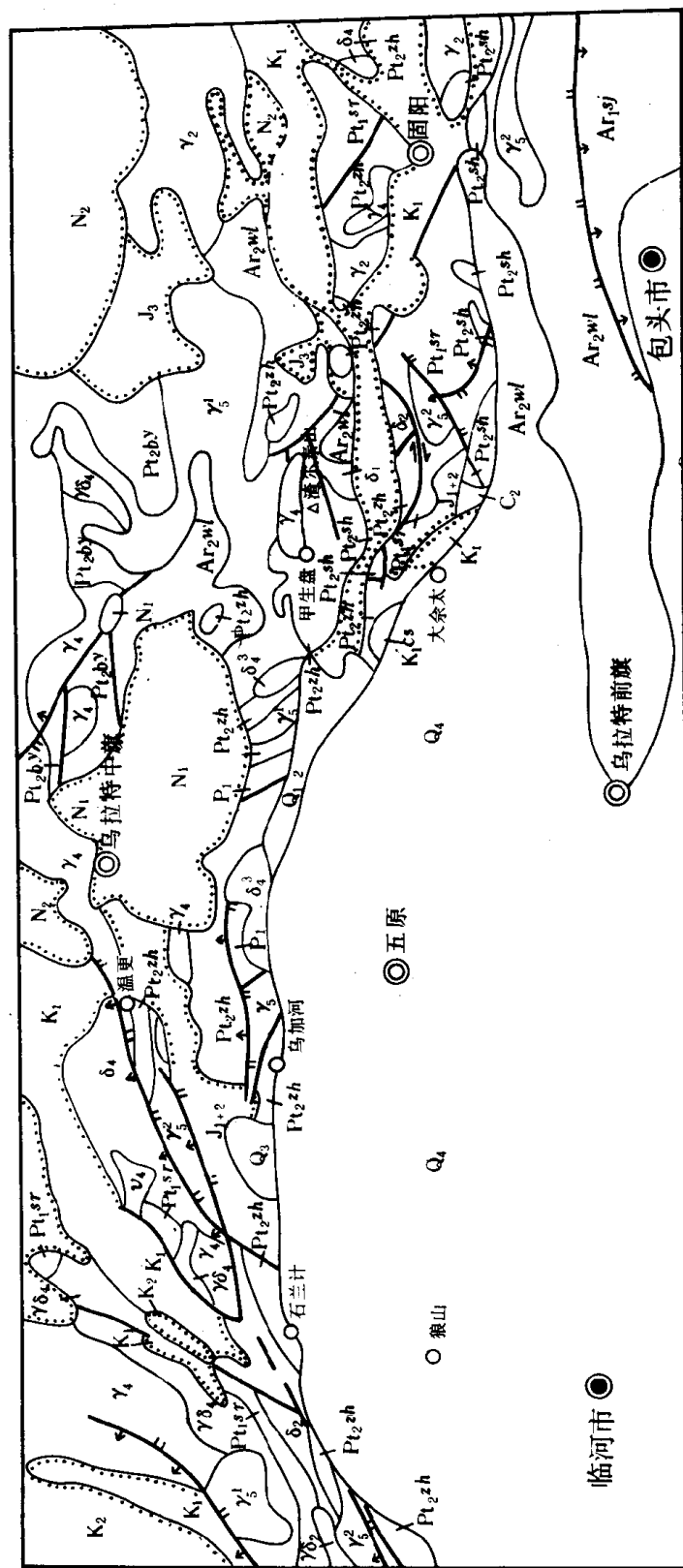


图 1 内蒙古狼山—济尔泰山地区地质略图

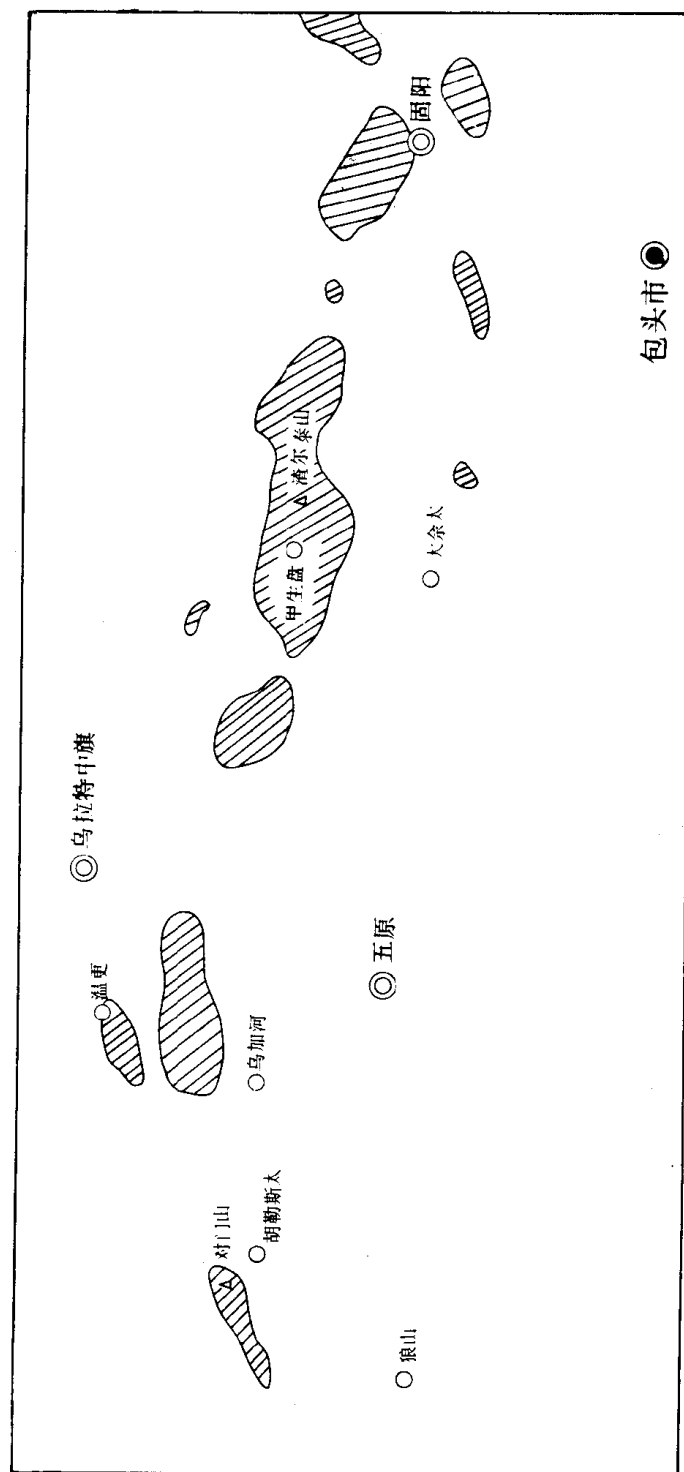


图 2 内蒙古狼山—渣尔泰山地区渣尔泰山群露头分布图

35%左右,碳酸盐岩占 25%左右,自下而上可分为 4 个组。

(1) 书记沟组

第一岩性段:岩性为灰色、灰白色含砾变质粗粒石英杂砂岩、变质中砾岩、变质细砾岩、含砾变质粗砂岩,局部发育粗砾岩、变质不等粒石英砂岩、石英岩夹千枚状板岩。

第二岩性段:岩性为灰白色、白色绢云母石英片岩及白色细粒石英岩。

第三岩性段:岩性为灰白色、白色变质中细粒长石石英砂岩、变质不等粒长石砂岩。

(2) 增隆昌组

第一岩性段:岩性为深灰色薄层状粉砂质板岩、变质泥岩夹薄层状变质中细粒长石砂岩、黄色白云质灰岩。

第二岩性段:岩性为青灰色、深灰色厚层状白云质灰岩、薄层状条带状灰岩,产丰富的叠层石。

(3) 阿古鲁沟组:与下伏增隆昌组为平行不整合接触。

第一岩性段:岩性为灰黑色千枚状含炭质砂质板岩、深灰色薄层状变质粉砂岩、变质细砂岩。

第二岩性段:岩性为深灰色、灰黑色含炭质泥晶灰岩,含炭质白云质灰岩,含炭质白云岩,夹粉砂岩薄层。滑动构造发育。

第三岩性段:岩性为黑色含炭质粉砂质板岩、含黄铁矿炭质板岩夹变质长石石英砂岩薄层。

(4) 刘鸿湾组

该组下部岩性为变质长石石英砂岩、绢云石英片岩,夹大量泥晶灰岩、白云岩透镜体;上部为细粒变质长石石英砂岩、二云石英片岩、含砾变质长石石英砂岩。

4. 中元古界白云鄂博群(Pt₂by)

白云鄂博群主要分布于本区乌拉特中旗石哈河、西斗铺以北的白云鄂博一带。岩性主要为含砾长石石英砂岩、石英岩、泥板岩、粉砂质板岩、硅质板岩、含炭质泥板岩、白云质灰岩、条带状泥质白云质灰岩等。

5. 中元古界什那干群(Pt₂sh)

什那干群仅分布于本区南部色尔腾山一带。岩性下部为猪肝色粉砂岩夹硅质岩;上部为含硅质条带的硅质灰岩、白云岩夹砂砾岩,含丰富的叠层石。

此外,古生界主要发育在研究区以南,寒武系、奥陶系、石炭系为碳酸盐岩、碎屑岩沉积。二叠系大红山组在本区出露较广泛,岩性为砾岩、砂砾岩、砂岩、页岩、中酸性火山岩、火山碎屑岩夹泥灰岩等。中生界侏罗系和白垩系分布于中生代断陷盆地内。侏罗系为基性、中基性火山岩,流纹岩等。白垩系为粗碎屑岩夹煤层。新生界分布在新生代盆地中,包括各种不同成因类型的碎屑岩和少量玄武岩。

(二) 区域构造

本区大地构造位置属华北地台北部被动大陆边缘(前人称为狼山-白云鄂博中元古代裂谷系)。次级构造单元为狼山-渣尔泰山褶皱束,南部跨内蒙古台隆北缘的一部分。

本区基底岩系由乌拉山群、色尔腾山群和太古代花岗闪长岩构成。盖层由渣尔泰山群、白云鄂博群、什那干群及古生界、中生界和岩浆岩构成。由此组成了上下沉积建造、岩浆建造、变质建造及构造特征截然不同的两大构造层。

1. 基底构造

乌拉山群主要分布在书记沟到渣尔泰山一带,被太古代花岗闪长岩侵入破坏而残缺不全,构造形态以紧密线型褶皱为其特征。

色尔腾山群是一套原岩为碎屑岩、碳酸盐岩、中基性火山岩夹含磁铁矿石岩的变质建造。是本区重要的含铁岩系,同位素年龄为 2300—2400Ma。色尔腾山群构造形态复杂,以紧密线型和平卧同斜倒转的褶皱为其主要形态。

断裂构造在色尔腾山群中比较明显,尤其是韧性剪切带极为发育。红壕—书记沟韧性剪切带不仅对色尔腾山群产生强烈改造,而且对盖层渣尔泰山群也产生了深刻的影响,如刘鸿湾组的糜棱岩化作用。

2. 盖层构造

华北地台北缘的白云鄂博群、渣尔泰山群沉积是在华北地台基本稳定固结之后开始的,所以具有盖层性质。但其沉积特点和构造环境,又处于一个强烈拗陷的东西向狭长的盆地内,沉积厚度大,部分发生了火山喷发活动,所以总的特点具有过渡性质。从大地构造演化角度,我们仍将其视为盖层沉积。这里我们着重讨论渣尔泰山群构造特点。

渣尔泰山群是本区分布面积最广、层序最全的地层单位。总体构造轮廓是以书记沟复背斜和南阿路忽洞复向斜为骨架,其它如温更复背斜、南公中复向斜等也具有一定规模。由于多期构造破坏,使这些构造形态不够完整,只能窥其一貌。

渣尔泰山群的构造变形可划分为 4 期:早期为层内褶皱,即较广泛发育在阿古鲁沟组中的同生滑动构造。这种构造是在渣尔泰山群沉积时期,盆地急剧变陡,处于塑性状态的沉积物在重力作用下发生了缓慢的滑动变形所致;第二期变形表现为小型的同斜和平卧褶皱,可能系早期构造变形形成的规模较小的背斜、向斜构造,褶皱枢纽通常与后期大型褶皱轴向一致;第三期构造变形是本区最强烈的一次变形,形成了近东西向的复式背向斜。这次变形改造和置换了前两次构造,使早期褶皱更加紧密,形成同斜倒转褶皱,一些小型褶皱翼部被压扁、拉长甚至拉断,形成一些无根钩状褶皱。小型紧密褶皱轴面与大型复背斜翼部产状一致,在构造转折端形成窗棂构造、杆状构造等。本期构造变形形成的书记沟复背斜轴向北西,长 50km,宽 30km,向北西倾伏。轴部出露乌拉山群和太古代花岗闪长岩,两翼分别出露增隆昌组、阿古鲁沟组,同时发育次一级的背向斜。复背斜南翼被中生代断陷盆地破坏而保留不全。南阿路忽洞复向斜和南公中复向斜位于书记沟复背斜北部,具相同的规模和相同的复向斜构造,一般核部出露阿古鲁沟组,两翼为增隆昌组和书记沟组。温更复背斜是书记沟复背斜的西延部分,南部被岩体破坏,保留甚少。

与第三期构造变形相伴随的是走向断层和韧性剪切带。断层规模大,延续长,大部分具逆断层性质。韧性剪切带与断层展布方向一致,主要是近东西向、北西向和北东向。断层方向控制了渣尔泰山海盆的展布方向。一些早期断裂伴随有火山活动。因此,很多断裂可能具有同沉积断层性质,如山片沟断层发育有同生角砾岩,但大部分断层由于后期继续活动和逆掩推覆而改变了原来面貌。褶皱和断裂的发育对本区的岩相古地理研究工作造成了困难。

第四期构造变形是由东西向挤压而造成的近南北向或北北西向褶皱,本期褶皱叠加在早期近东西向褶皱之上。

早古生代构造在本区不明显。早古生代地层主要分布在研究区南部,为寒武系和奥陶

系,以单斜或断块为主。晚古生代石炭系栓马桩组发育尖棱状褶皱。下二叠统大红山组以火山岩为主,褶皱和断裂都很发育。

中生代构造在本区比较发育。中生代末期,研究区内发生了大规模的南北向水平挤压运动,其结果导致大规模推覆构造的形成。一些古老的变质岩系推覆于较新地层之上:渣尔泰山群推覆于二叠系大红山组之上;色尔腾山群推覆于渣尔泰山群之上。尤其是刘鸿湾组推覆逆掩的情况较多见,使其加深了挤压变形和糜棱岩化。这一水平挤压运动,进一步造成了渣尔泰山海盆原有岩相古地理格局的变形和位移,给恢复古地理面貌和进行岩相古地理研究造成了更大的困难。

新生代以差异性升降运动为主。差异性升降运动导致新生代断陷盆地的形成和隆起山脉的上升。分布于狼山山前的河套断陷盆地和小余太断陷盆地使部分渣尔泰山群被新生代沉积物掩盖,隆起山脉的上升,又使部分渣尔泰山群被剥蚀。

(三)岩浆岩

区内分布着不同时代、不同期次和多种类型的岩浆岩。主要形成于华力西期,其次为印支期、燕山期。从侵入岩、浅成岩到喷出岩均有出露。岩性可分为酸性、中酸性、中性、基性和超基性。产状类型也较多,如岩基、岩株、岩墙等。以华力西期岩浆岩为例,主要岩性为花岗闪长岩、花岗岩、二云花岗岩、二长花岗岩、黑云母花岗岩及伟晶岩等。

(四)区域矿产概况

本区是华北地台北缘主要的金属成矿带之一,也是具有远景的层控多金属预测区。区内已发现了有经济价值的铅、锌、硫、铁等大中型矿床多处,另有多处矿点和矿化点。除了上述矿种外,区内尚有铜矿化点多处,以及钽、铀等放射性元素矿点及矿化点。另外有白云岩、石英岩、煤、珍珠岩等矿产。

二、本书采用的主要岩相古地理

工作方法和编图原则

(一)采用层序地层学原理和分析方法,对渣尔泰山群进行沉积序列和界面研究

由 P·R·韦尔建立的层序地层学原理和分析研究方法,是将沉积地层以不整合面划分成若干个沉积序列,并研究由于海平面变化而引起的各个沉积序列内的沉积相组合及其几何形态的变化规律。国外不少资料(Haq 等, 1987; Mutti, 1985; Pipiringos 等, 1978)表明,许多大陆的內部和被动边缘地层中不乏适合运用这种方法研究的对象。

处于华北地台北缘的渣尔泰山群是被动大陆边缘的巨厚沉积。它具有两个重要的沉积序列界面:增隆昌组顶部的上升造陆界面和阿古鲁沟组顶部的低水位期侵蚀面,前者属于第Ⅰ类界面,后者属于第Ⅱ类界面。这两个界面将渣尔泰山群分成3个成因上相互联系而沉积相不同的沉积序列:书记沟-增隆昌沉积序列、阿古鲁沟沉积序列和刘鸿湾沉积序列。一般每一个沉积序列内又可以划分出3种体系域:①低水位体系域(低海平面沉积楔,又叫陆棚边缘楔形体系域),包括海底扇;②海侵体系域(有人又称之为“海侵段”);③高水位体系域。沉积界面的确定,并以此划分渣尔泰山群为3个沉积序列,进而确定不同类型体系域,使渣尔泰山群地层的划分面貌一新,划分更加合理,为沉积岩相及古地理分析,打

下了较好的基础。

(二)恢复原岩

工作区内渣尔泰山群已全部发生了浅变质作用,对这套地层进行岩相古地理研究,首要的工作是恢复原岩(本书中的岩石名称均为已经恢复了的原岩名称)。

经研究,¹ 渣尔泰山群为低绿片岩相单相浅变质岩系,以低温动力变质作用为主,形成的区域变质条件为:温度 260—350 °C,压力 5—8kbar。在这种变质作用下,原岩为一套陆源碎屑岩、炭质页岩、粉砂岩和碳酸盐岩的渣尔泰山群,其变质作用对原岩的改造作用影响较小。从区域变质作用的影响来看,例如原岩为长石砂岩,现变质为变质长石石英砂岩或石英岩,极少数为石英片岩;原岩为灰岩—白云岩类,现变质为变质白云质灰岩、白云岩;原岩为含炭质泥岩、粉砂岩类,现变质为含炭质板岩、砂质板岩以及千枚岩等。由此可见,区域变质作用对原岩的改造作用不大,一般原岩恢复工作不必经过特殊手段,通过野外观察和镜下薄片鉴定等常规手段,就可进行。当然对于岩石中出现的多种变质矿物(区域变质岩石中,变质矿物主要为白云母)进行分析研究,有益于确定区域变质条件(温度、压力等)和变质相,对恢复原岩,也起一定作用。

渣尔泰山群尚包括一些动力变质作用和接触变质作用形成的岩石。这两类岩石中变质矿物类型多,对原岩改造作用明显,多数岩石恢复原岩有一定的难度。在我们进行岩相古地理分析工作中,往往避开这些类型的岩石。对于一些较易恢复原岩的变质类型的岩石,如角闪岩类、透闪石岩、透辉石岩等,我们尽可能做到恢复原岩。

(三)本书采用的主要工作方法、测试手段和编图原则

- 1.首先进行了系统的资料收集和分析。初步确定了 4 个编图单元。
- 2.进而进行了详细全面的野外工作。以测制大比尺(1:200—1:5000)岩相剖面为基础,配合一定数量的岩相观察路线和观察点,较全面地占有野外资料。
- 3.最终的室内工作是在获得大量野外资料的基础上进行的,以实际资料为基础,所进行的分析和编图工作,效果较好。

野外采集了一定数量的样品,磨制薄片,在显微镜下进行分析,对岩样进行化学分析、光谱分析、稳定同位素研究²,所取得的测试数据为岩相古地理的分析和编图工作,提供了有力的证据。

由于渣尔泰山群经过多期构造变动,地层已发生多期次褶皱和断裂,地层位移严重,出露不佳,给恢复古地理带来极大困难。为了研究最终目的——成矿预测的需要,我们采用了“相对位置岩相古地理编图法”,即以地层现在出露位置为基点,以各断代地层现在分布的相对关系为标准,进行岩相古地理编图。该图虽不能真实地再现中元古代本区的岩相古地理,但可以反映出当时岩相古地理的相对关系与面貌,这对成矿预测和找矿是有利的。

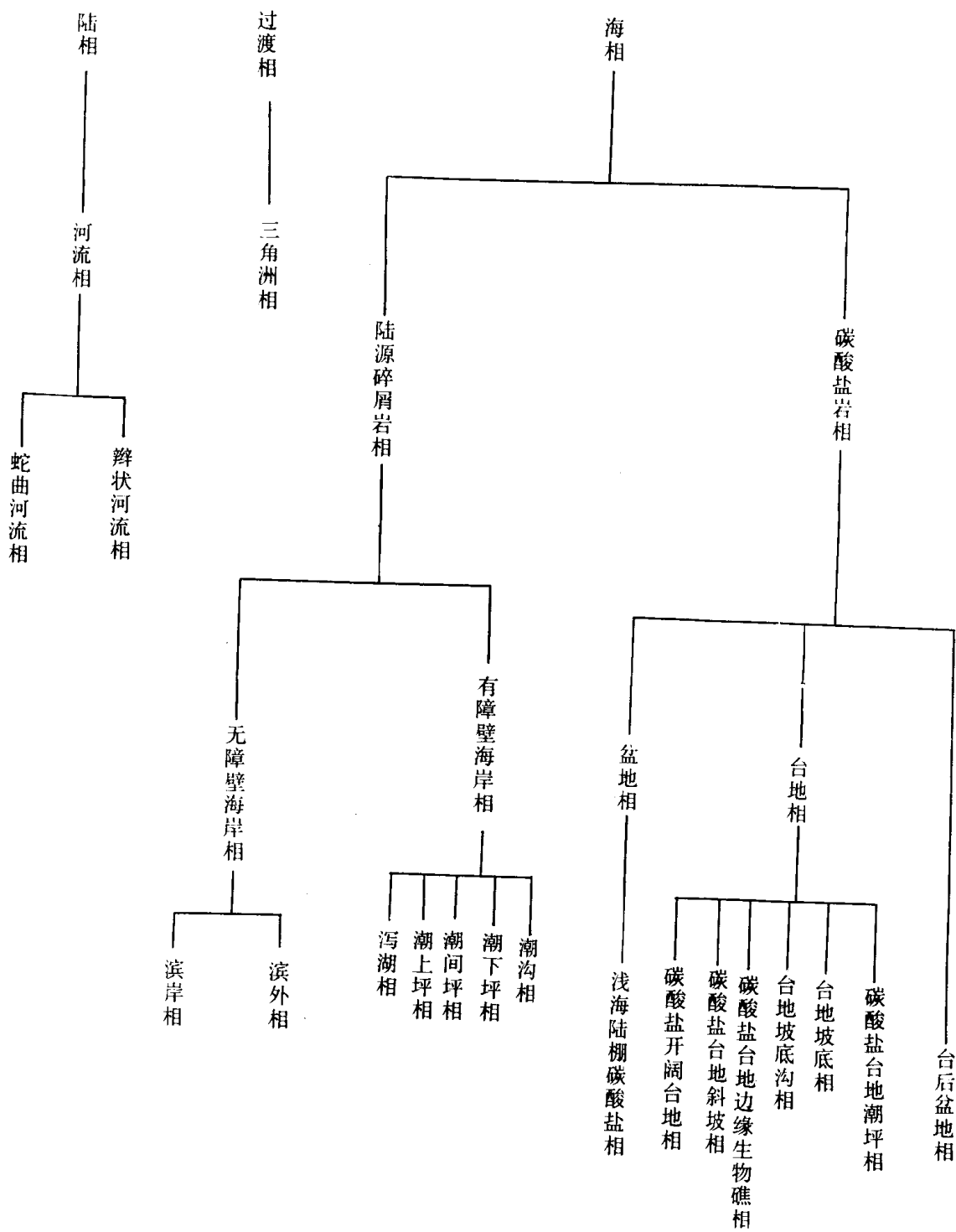
(四)本书中涉及的有关相

我们结合渣尔泰山地区的具体情况,将本书中涉及的有关相划分如下(表 1)。

¹ 许传诗,1989

² 本书表格所列地球化学元素值均为中国地质科学院岩石矿物测试中心分析,氧、碳稳定同位素值为中国地质科学院矿床研究所测试

表 I



第一章 渣尔泰山群中元古代早期 (第一沉积序列书记沟组、增隆昌组) 的沉积环境及古地理特征

渣尔泰山地区中元古代早期沉积系指分布在这一地区的渣尔泰山群的书记沟组、增隆昌组。这是一套底部以粗碎屑陆源物质为主向上逐渐过渡为细碎屑和碳酸盐岩的组合，自下而上构成一个完整的沉积旋回。沉积环境横向上由陆相逐渐过渡为海相，纵向上表现为海进退积序列。

第一节 渣尔泰山群书记沟期(书记沟组)

陆相沉积环境及古地理特征

该期陆相沉积主要发育在渣尔泰山群书记沟组下部层位中，即书记沟组第一岩性段。岩性主要为粗碎屑的砾岩、含砾粗粒石英杂砂岩和粗粒石英砂岩。沉积环境以河流相为主，局部还可能发育有冲积扇相。河流相又可划分为辫状河流相和蛇曲河流相两种类型。

一、辫状河流相

该相主要分布在甲生盘至书记沟一带，代表性剖面为 $1p_{29}$ 和 $1p_1$ ，其中 $1p_1$ 剖面底部可见不整合面，构造简单，受岩体破坏较少，相序完整，微相之间连续。

1. 地层层序：以书记沟地区 $1p_1$ 剖面为例。

剖面位于乌拉特前旗小余太乡书记沟村北的书记沟中，剖面共分 49 层。底部岩性为灰白色含砾粗粒长石石英砂岩，角度不整合覆于晚太古代乌拉山群片麻岩之上（图版 1-B）。剖面由 9 个沉积旋回单元组成，其中第 II 旋回沉积物由下向上变粗，其余旋回沉积物由下向上变细。底部为砾岩，向上逐渐变为含砾粗粒长石石英杂砂岩和粗粒、中粗粒长石石英杂砂岩或石英杂砂岩。剖面顶部为海相火山岩。

2. 沉积相及相序（图 3）

依据沉积物特征标志和沉积构造等，剖面可分出 7 个河床滞留沉积微相，6 个心滩沉积微相和 2 个河漫滩沉积微相。河床滞留沉积与心滩沉积构成了河床沉积二元结构的下部单元，上部单元往往不发育或缺失。河床滞留沉积与下伏的心滩沉积之间往往发育有冲刷面。

3. 沉积构造标志

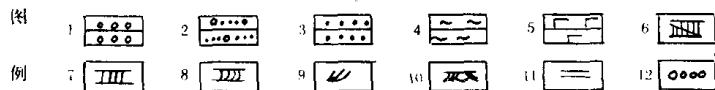
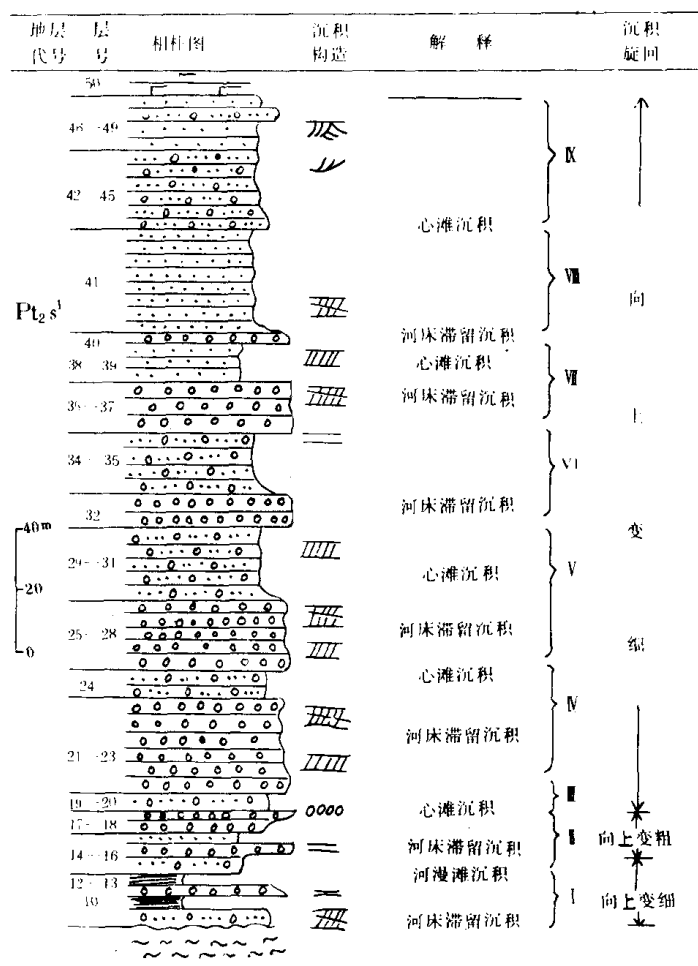


图 3 书记沟地区书记沟组陆相沉积相序

1—砾岩；2—含砾粗粒石英杂砂岩；3—粗粒石英杂砂岩；4—片麻岩；5—变质火山岩；6—楔状交错层理；7—板状交错层理；8—收敛状交错层理；9—羽状交错层理；10—槽状交错层理；11—平行层理；12—砾石叠瓦状排列

河床滞留沉积一般为灰白色粗砾岩、中砾岩和细砾岩，砾石成分主要为石英岩、磁铁石英岩，个别砾石层中磁铁石英岩含量可达80%，砾石磁性很高。砾石呈椭圆形、圆形，磨圆度好，表面光滑，往往具有叠瓦状定向排列的特点（图4；图版1-A）。砾石直径平均在3—10cm左右，个别大者，长轴24cm，中轴10cm，短轴6cm。砾石最大扁平面与岩层夹角约45°。

— 10 —

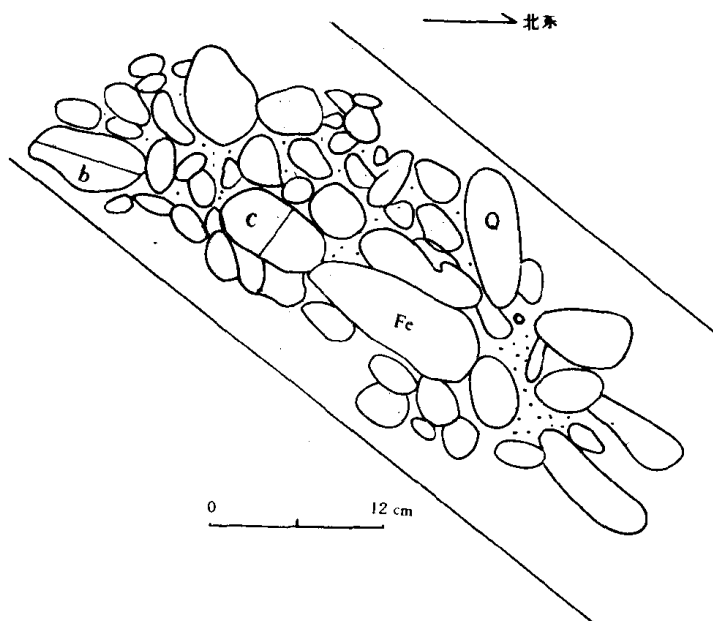


图 4 河道滞留沉积物

粗大砾石层在书记沟组中分布不太广泛，呈长透镜体状。一般较发育的是中-细砾岩。在中-细砾岩中，砾石成分多为石英岩，粒度 2—10cm。岩石一般为颗粒支撑，杂基充填，充填物为砂泥质，分选差。岩层中沉积构造以块状层理和平行层理为主（图版 61-B、C，图 5），偶见大型交错层理（图 6、7）。心滩沉积岩石以浅灰色、灰白色含砾粗粒石英砂岩、石英杂砂岩和灰白色中-粗粒石英砂岩、长石石英杂砂岩为主。岩石呈颗粒支撑结构，杂基充填，杂基含量大于 15%。碎屑成分主要为石英和石英集合体，含少量长石（钾长石）。分选和磨圆度中等。层理发育，层系厚度 20—50cm，个别层系厚度可达 1—2m。层理类型多样，具有大型槽状、楔状、板状和羽状交错层理（图版 1-D，2-C、D，61-A、D，图 8）。该相交错层理类型及特点与岩性和碎屑颗粒大小关系不大，而与层系厚度关系较为密切。一般在层系厚度大的岩层中，往往出现大型交错层理，反之，交错层理为小型。上述这种特征，反映了本区辫状河流水流量大，流速快和载荷丰富的特点。



图 5 块状层理

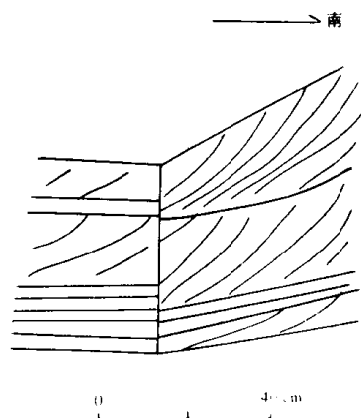


图 6 石英杂砂岩中单向交错层理

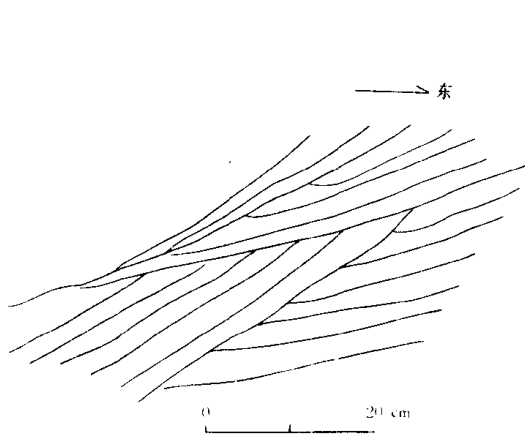


图 7 细砾岩中的交错层理(槽状)

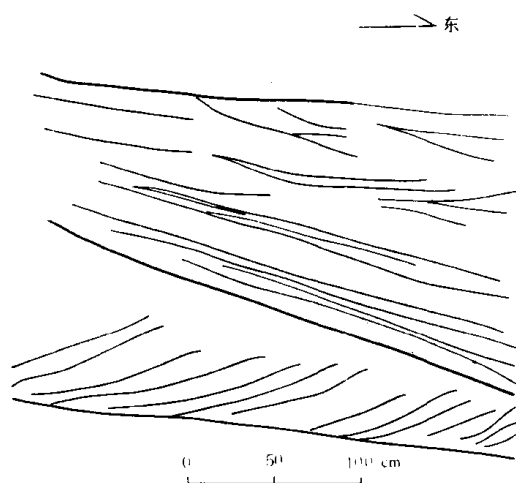


图 8 石英砂岩中羽毛状交错层理

4. 粒度分析

渣尔泰山群的浅变质作用特点是显而易见的，几乎所有的岩石都发生了不同程度的变质、重结晶、碎屑颗粒变形和次生加大。不仅用筛析法进行粒度分析难以作到，采用薄片粒度法也受到一定程度的限制。但是我们还是选择了一定数量的原岩结构保存较好的岩石薄片进行了粒度分析。统计方法采用线计法，并用费里德曼的回归方程进行校正。

从粒度分析所做的概率累积曲线形态看（图 9），在 7 个样品中有 5 条曲线为三段型，即 3 个次总体均较发育。两条曲线为二段型。在三段型曲线中，斜率从滚动次总体至悬浮次总体依次降低。滚动次总体斜率在 65° — 75° 之间，跳跃次总体斜率在 50° — 65° 之间，悬浮次总体斜率在 10° — 30° 之间，显然分选性从粗粒至细粒依次降低。3 个次总体截点分别在 0.54 — 1.4ϕ 之间和 2.4 — 3.24ϕ 之间，与希斯 (Sneas, 1974) 和刘宝君等所总结的次总体截点变化规律相比，截点偏粗，滚动次总体分选最好。这些与维希尔所总结的河流相概率累积粒度曲线不同（图 10，成都地质学院陕北队，1976）。其中 $1P_1b_{46}$ 粒度曲线与沱江董家坝当代河流粒度曲线一致。

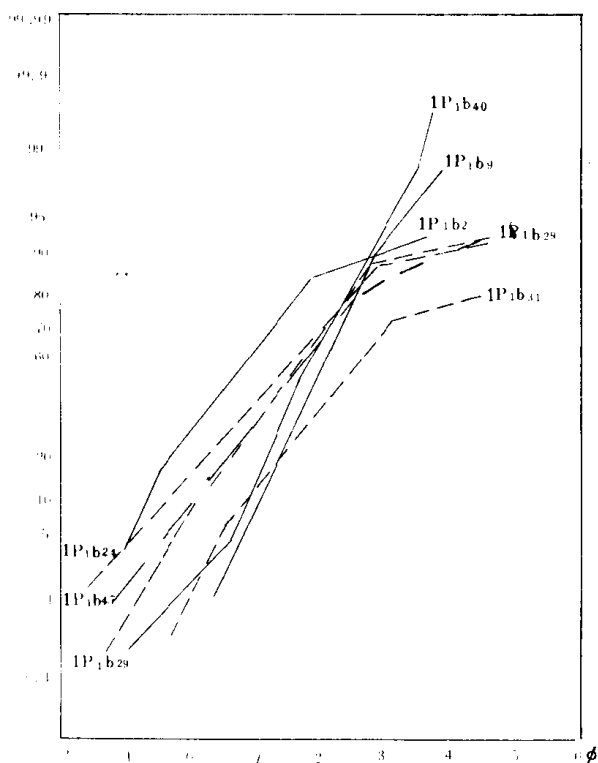


图 9 辫状河流概率累积粒度曲线

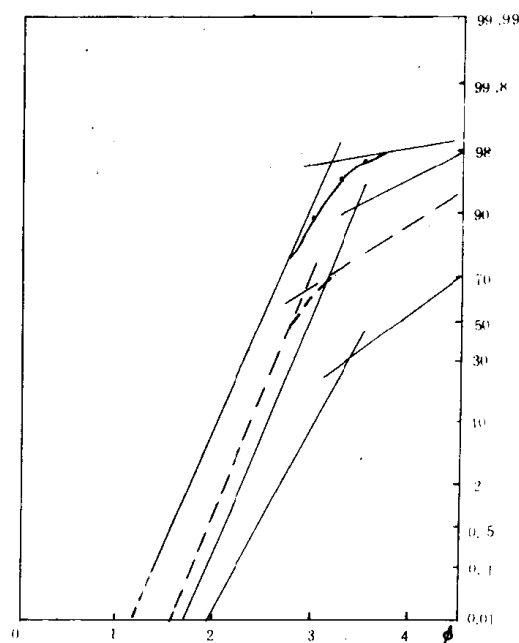


图 10 古河流沉积的粒度曲线

(据维希尔)

二段型曲线由跳跃次总体和悬浮次总体组成，滚动次总体不发育。跳跃次总体斜率大约为 55° ，悬浮次总体斜率约为 10° ，两者分选性相差悬殊，截点间存在一个混合带，混合带在 2.64 — 3.4ϕ 之间。其形态与维希尔所总结的粒度曲线（图 10）相近。

综上所述，本区的粒度分析结果表明，辫状河流碎屑物存在 3 种搬运方式，粒度偏粗，分选性好，表现出强水流和远距离搬运的特点。在粒度相对偏细的碎屑岩中，跳跃次总体和悬浮次总体中分选性相对较差。这从图算法求出的各种粒度参数（表 2）可以看出。据费