

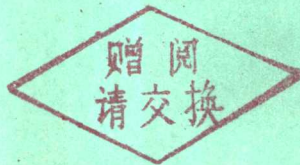
9001363

丁
Z-11

中国地质科学院

562 综合大队集刊

第 9 号



9-12号

5-53

2

1548

地质出版社

中国科学院

562 综合大队集刊

第 9 号

地质出版社

目 录

新疆阿克苏地区晚元古代碎屑流和冰川沉积特征的对比·····	陆松年 高振家 (1)
北京十三陵前寒武系常州沟组沉积微环境和 T 、 DI 指数研究·····	柳永清 (17)
中国地质灾害基本特征及防治措施·····	张业成 胡景江 刘春风 (27)
淮阳山字型构造弧顶新知·····	李松生 (37)
阿尔金断裂运动方式与方向问题的探讨·····	韩子芳 (47)
从地质力学观点谈中国生油岩的时空分布及找油方向·····	高庆华 (55)
东北阜新聚煤盆地的同沉积构造作用和山麓冲积扇与厚煤层的形成关系·····	田树华 (65)
鄂尔多斯盆地中侏罗统延安组沉积环境及聚煤规律·····	费淑英 雷振民 刘晓文 (77)
青藏高原羌塘地区上二叠统一侏罗系海相生油岩特征·····	刘 铎 (89)
广东莲花山断裂带的现今活动研究·····	周立功 (107)
用偏光显微镜进行显微构造分析的一种方法·····	郭宝罗 李志中 成 勇 杜岳鸿 (123)
关于横波应用的三个问题的综述·····	李英康 (131)

中国地质科学院
562综合大队集刊

第9号

责任编辑:周瑞良
地质出版社出版发行
(北京和平里)
地质出版社印刷厂印刷
(北京海淀区学院路29号)
新华书店总店科技发行所经销

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 9 铜版图: 2页 字数: 220000
1991年2月北京第一版·1991年2月北京第一次印刷
印数: 1—1165 册 国内定价: 5.50 元
ISBN 7-116-00796-2/P·679

BULLETIN OF THE 562 COMPREHENSIVE GEOLOGICAL BRIGADE, CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES

No.9

CONTENTS

- A Comparative Study on the Characteristics of the Debris Flow and
Glacial Deposits of Late Proterozoic in the Aksu Area of Xinjiang
.....*Lu Songnian and Gao zhenjia* (1)
- A Study on Sedimentary Microfacies and Coefficients T and DI of
the Precambrian Changzhougou Formation at Shisanling (Ming
Tombs), Beijing.....*Liu Yongqing* (17)
- Basic Characteristics of geological Hazards in China and Their Pre-
vention and Control Measures.....
.....*Zhang Yecheng, Hu Jingjiang and Liu Chunfeng* (27)
- New Knowledge About the Hualayang Epsilon-type Structural Arc
Apex.....*Li Songsheng* (37)
- A Discussion on the Mode and Direction of Movement of the Altun
Fracture.....*Han zifang* (47)
- The Time-Space Distribution of Oil-generating Rocks in China and
the Orientation for the Search of Petroleum Resources as viewed
from the Concepts of Geomechanics.....*Gao Qinghua* (55)
- Consedimentary Structures and Relation of Piedmont Alluvial Fans
to Thick Coal Seams in the Fuxin Coal Basin in Northeast China
.....*Tian Shuhua* (65)
- A Study on the Depositional Environment and Law of Coal-Accum-
ulaing of the Mid-Jurassic Yan'an Formation in the Ordos Basin
.....*Fei Shuying, Lei Zhenmin and Liu Xiaowen* (77)
- Marine Source Rock Characteristics of Upper Permian-Jurassic in
Qiangtang District of Qinghai-Tibet Plateau.....*Liu Liu* (89)
- A Study on the Current Activity of the Lianhuashan Fracture Belt
in Guangdong.....*Zhou Ligong* (107)
- A Method of Microstructural Analysis with Polarizing Microscope
.....*Guo Baoluo, Li Zhizhong, Cheng Yong and Du Yuehong* (123)
- An Integrated Discussion on the Three Problems Related to the
S-wave Application.....*Li Yingkang* (131)



Project No. 260

新疆阿克苏地区晚元古代碎屑流和冰川沉积特征的对比

A COMPARATIVE STUDY ON THE
CHARACTERISTICS OF DEBRIS FLOW
AND GLACIAL DEPOSITS OF LATE
PROTEROZOIC IN THE AKSO AREA
OF XINJIANG

陆松年

(地质矿产部天津地质矿产研究所)

高振家

(地质矿产部562综合大队)

内容提要 位于塔里木地台西北缘的阿克苏地区, 前寒武系由阿克苏群、巧恩布拉克群和乌什群组成。阿克苏群钠长石英片岩的Rb-Sr全岩等时线年龄为962Ma, 与其互层产出的蓝闪片岩和绿帘阳起片岩的Rb-Sr全岩等时线年龄为944Ma, 推测阿克苏群原岩生成年龄要大于1000Ma。巧恩布拉克群为一套巨厚的碎屑岩, 根据沉积分析资料, 属于海下扇浊流沉积。乌什群由水成的尤尔美那克组、苏盖特布拉克组和奇格布拉克组浅海碳酸盐岩石组成。上述三群的时代分别归属于前晚元古代、晚元古代早期(青白口纪)和晚元古代晚期(震旦纪)。在巧恩布拉克群和乌什群中分别发育了一套碎屑流沉积物和陆地冰川沉积物。两种沉积物的杂砾岩层虽然具有相似的块状冰碛岩外貌, 但砾石成分、磨圆度和分选程度存在明显差别。在巧恩布拉克群杂砾岩层中保留有滑塌前的原生砂岩的层状构造和滑塌过程中产生的包卷层理, 有力地证明了它的碎屑流成因。乌什群尤尔美那克组发育了诸多的冰成特征, 特别是冰溜面的发现和以块状杂砾岩为主的冰川沉积序列指示了陆相冰川沉积环境。

关键词: 碎屑流 海下扇 晚元古代

前 言

新疆阿克苏地区前寒武系主要分布在该区乌什县南山一带(图1), 属于塔里木地台西北缘。该地区地质调查始于解放初期, 苏联地质学家B. M. Сивинцын于1952年对本区前寒武系做过粗略调查; 尔后, 原地质部十三大队、新疆地质局、新疆石油局亦开展过不同程度的研究工作; 70年代末高振家等对本区前寒武系做过专题研究, 著有《新疆阿克苏—乌什地区震旦系》专著(高振家等, 1985)和论文(王务严等, 1987)。1986年笔者等承担了国家305项目的《新疆北部寒武系及其含矿性研究》课题, 获得实地考察阿克苏地区前寒武系的机会。在考察过程中发现了巧恩布拉克群中碎屑流和乌什群尤尔美那克组冰成

沉积的诸多特征。现将考察发现整理成文,作为305项目研究和IGCP 260项(地球的冰川记录)中国工作组成员的部分成果奉献给国家305项目、IGCP 260项国际工作组及广大读者。

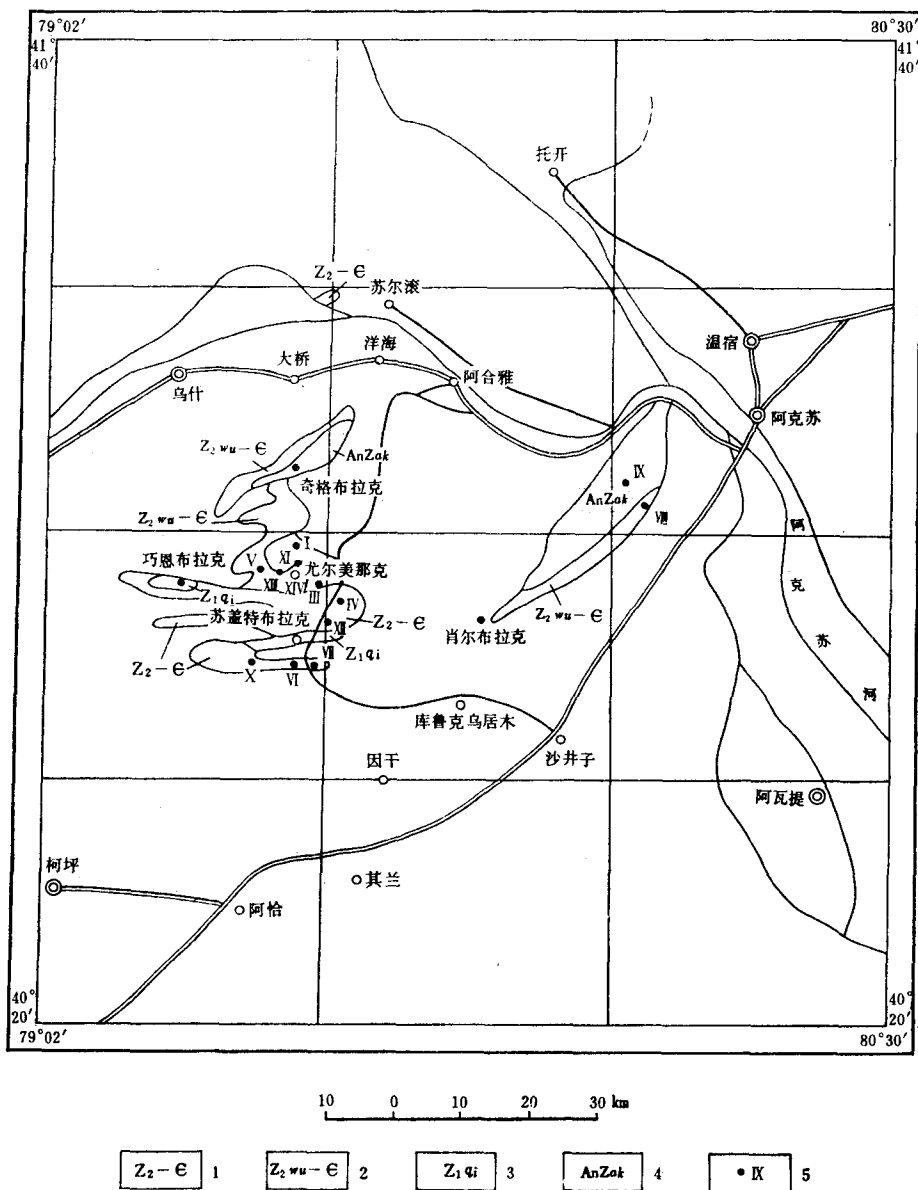


图1 阿克苏—乌什地区震旦系分布及剖面位置图

Fig. 1 The sketch map of Sinian distribution and the section position in the Aksu-Wushi area of Xinjiang

1—上震旦统乌什群(除尤尔美那克组外)至寒武系; 2—上震旦统乌什群至寒武系; 3—下震旦统琼恩布拉克群; 4—前震旦系阿克苏群; 5—剖面位置

一、前寒武纪地层序列

前人对本区前寒武系多做二分,即下部的变质岩系和上部的沉积岩系。下部变质岩系称为阿克苏群,多划为下元古界(新疆区域地层表编写组,1981);上部沉积岩系渐归入“震旦系”。高振家(1985)曾将本区“震旦系”自下而上划为巧恩布拉克组、尤尔美那克组、苏盖特布拉克组和奇格布拉克组。根据笔者等实地考察,发现了巧恩布拉克组与上覆地层之间存在重要不整合的更多的证据。侵入巧恩布拉克组的岩脉被上覆地层沉积不整合覆盖(图版IV-3),说明这一间断面至少经历了岩浆侵入、抬升剥蚀和再次接受沉积的复杂过程。此外,巧恩布拉克组与上覆岩层之间沉积相明显不连续,巧恩布拉克组为巨厚的海下扇浊流沉积,上覆岩层最下部的尤尔美那克组系陆相冰川堆积,在二者分界面的巧恩布拉克组砂岩层面上保存有极好的冰溜面。从海下扇沉积到抬升成陆,又发生冰川刻蚀,亦说明这一沉积间断绝非短期地质事件。因此,本文将阿克苏地区前寒武系试做三分,自下而上为阿克苏群、巧恩布拉克群和乌什群(含尤尔美那克组、苏盖特布拉克组和奇格布拉克组)。

阿克苏群为一套变形十分复杂的含蓝闪石的变质岩系,主要由蓝闪片岩、(蓝闪)阳起片岩、绿帘阳起片岩、钠长石英片岩、变粒岩和少量浅粒岩组成。其原岩为偏基性火山岩(蓝闪片岩和绿片岩)和偏酸性火山岩(钠长石英片岩)。前人曾据蓝闪片岩 Rb-Sr 单样年龄近1900Ma的资料将阿克苏群置于早元古界。作者等新获得的Rb-Sr全岩年龄资料,一为 $912 \pm 12\text{Ma}$, $\text{Sr}_0 = 0.7079$ (钠长石英片岩);一为 $944 \pm 42\text{Ma}$, $\text{Sr}_0 = 0.7043$ 。大体代表了阿克苏群最晚一次变质作用过程中锶重新均一化的时间,也就是说阿克苏群的变质年龄大约发生在近1000Ma。其原岩生成年龄无疑大于变质年龄,它应是前晚元古代火山作用的产物。

巧恩布拉克群厚达2000m,主要由灰绿色长石砂岩、长石岩屑砂岩、粉砂岩组成。岩石结构成熟度低,分选差,粒度分析资料具深海浊流特征。岩层稳定而平整,韵律发育,粒级层及鲍玛层序屡见不鲜,其形成环境主要是海下扇。根据 $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 图解判别的构造环境为活动性大陆边缘及火山岛弧盆地(图2)。碎屑流沉积发生在该群中部。巧恩布拉克群为一套复理石沉积,其地层位置及沉积特征与扬子地台板溪群相近,属于青白口纪。

乌什群包括尤尔美那克组、苏盖特布拉克组和奇格布拉克组,地层厚度为310—1193m,变化大。该组沉积环境与巧恩布拉克群明显有别,系在陆地和浅海环境形成的碎屑岩和碳酸盐岩。尤尔美那克组沉积不整合于巧恩布拉克群之上,系一套陆相冰川沉积。苏盖特布拉克组假整合于尤尔美那克组之上,为紫红—红色砂岩,主体系在潮间带形成,发育有良好的潮汐层理(图版IV-1、4)。奇格布拉克组则系浅海相碳酸盐岩层,其中发育了风暴沉积。乌什群上覆寒武系玉尔吐斯组,产出梅树村阶三槽阿拉伯管化石,属于寒武系最底部的典型化石。根据乌什群与寒武系的关系和其中产出的冰川沉积物,乌什群与三峡区的震旦系可进行对比。

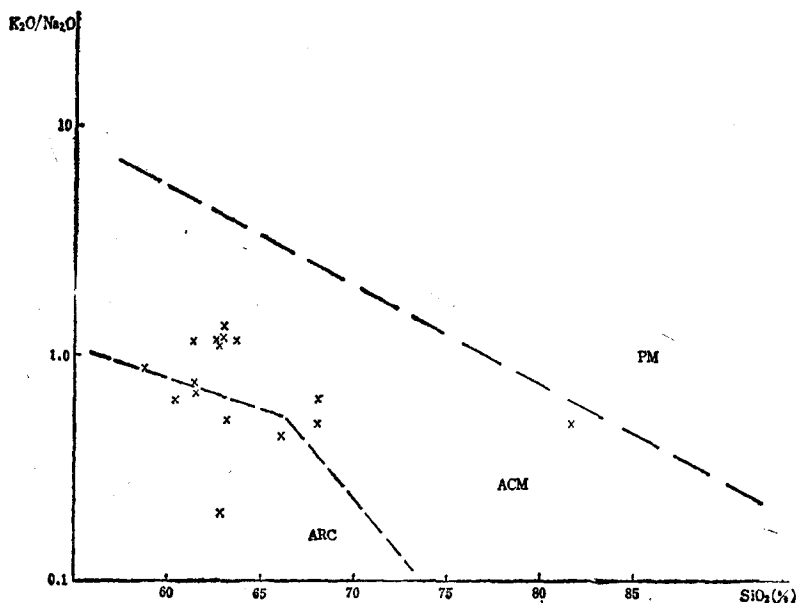


图 2 巧恩布拉克群砂岩沉积环境 $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 图解

(界线据B. P. Roser等, 1986)

Fig. 2 Diagram of $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ on depositional environment of the Qiaoenbulak Group sandstones

PM—被动大陆边缘盆地; ACM—活动大陆边缘盆地; ARC—岛弧盆地

二、巧恩布拉克群碎屑流沉积特征

高振家等1985年曾将原巧恩布拉克组划为四个岩性段,自下而上为砂岩段、冰积岩段、钙质砂岩段及砂砾岩段。砂岩段厚约1715m,主要由长石岩屑砂岩,岩屑长石砂岩和长石砂岩组成,基本特点是岩石的结构成熟度和成分成熟度很低,反映了快速剥蚀、搬运和沉积的特点;岩性稳定,在巧恩布拉克组分布露头区均可见到;沉积韵律发育,韵律层厚度变化大,从不足1cm到3—4m。韵律层底部多由砂岩组成,而顶部则为粉砂岩。在每个韵律层中至少有递变层A和水平层B,有时可发现其微细交错层或包卷层理的C层,未发现典型鲍马序列中的D或E层。在韵律层中递变层的常见厚度可达50—100cm,因此这套砂岩既不是海下扇外扇的远海沉积,也不是中扇部分其鲍马序列的典型浊流沉积,而是属于内扇部分的重力流沉积,其重力流密度要比典型的浊流火,因此表现出韵律主要由A和B层组成,砂岩所占比例大、且递变层A厚度较大的特点。

“冰积岩段”,厚度变化大,最大厚度97m,具有块状冰积岩外貌,滑塌构造发育,曾被推测为冰筏-海洋沉积物。钙质砂岩段,出露厚度107m,主要由于其水平层理的粉砂岩和微交错层理的钙质砂岩组成。砂砾岩段,厚约175m,由厚层状一块状含砾粗砂岩组成,夹有少量灰绿色细砂岩和粉砂岩,递变层在该段十分发育,由细砾—粗砂—中砂—细砂逐渐递变,反映出E递变层的特点,每个递变层厚60—120cm。在递变层顶面发育水下冲刷构造。这套砂砾岩属于重力流沉积,其密度比形成第一段砂岩层重力流密度还要高,冲

刷构造的发育（不是在鲍马序列E层顶面上的槽形冲沟，而是在砂岩层面上发育的水下冲刷面，近似于水道沉积的特点）指示这套重力流沉积处在海下扇中的供给水道附近、或处在内扇内缘，与重力流的源头均比较接近。

从总体上分析巧恩布拉克群的沉积环境，它是发育在海下扇不同扇积部位的重力流沉积，其第一段是本群的主体，占总厚度的82%，而最上部是靠近重力流源区的高密度重力流。在这种总的沉积环境下来认识“冰积岩段”的特点，探讨它的成因和形成机理，就比较容易统一认识并取得接近一致的意见。

（一）杂砾岩层特征

作者等将巧恩布拉克群中的“冰积岩段”划为杂砾岩层，包括下部砾岩和上部杂砾岩。砾岩与下伏砂岩层之间在露头区未发现明显的沉积间断，地层上下产状完全一致（图版Ⅱ-4）。砾岩层厚度15—20m，中间夹有3—5层厚度数十cm的砂岩层。砾岩为基底式胶结（图版Ⅱ-3），胶结物为岩屑、长石和石英，与夹层的砂岩成分完全一致。砾石的砾径从下往上有递变之趋势，砾径多在8—12cm左右。具有砾石磨圆度好（图版Ⅰ-1、2、4）；砾石分选性好（图版Ⅰ-2）；砾石长轴排列方向基本与层理一致（图版Ⅰ-2、Ⅱ-3）；砾石成分复杂（主要为中基性变质火山岩、次为花岗岩和硅质岩砾石）等显著特征。这些特征说明砾岩中的砾石在水的地质营力下经过了长途搬运、反复淘洗、磨蚀而最终沉积下来的，因而砾石的磨圆度好，并表现出好的分选性和砾石排列的优选方位。显然这套砾岩的成因与冰川作用无关，严格说它们也不属于重力流范畴的再沉积产物（Resedimentation），而是水体搬运、沉积的产物。可能形成于陆相河床、砾石滩和水下峡谷。

杂砾岩系砾石、砂并夹有一部分泥质的混乱堆积，不具层理，总厚度大于70m。杂砾岩中的砾石含量不均，排列无序，个别砾石见压裂痕迹，甚至砾石表面还发现擦痕。这套杂砾岩在外观上与冰积岩确有相似之处，但通过野外的认真观察后，可发现杂砾岩中砾石的分布虽然杂乱无章，但与下伏砾岩中的砾石具有相近的特点。例如这些砾石磨圆度极佳（图版Ⅰ-5），砾石砾径相当接近，多在10cm左右，尽管排列无序但分选度仍很好，砾石成分与下伏砾岩层中的砾石成分一致。这些特征表明杂砾岩可能是下伏砾岩在塑性状态下再改造的产物。

杂砾岩的另一个重要特征是容砾岩石的砂质（含泥）组分呈现复杂的沉积构造。有的具良好的层理，呈2—3m或10—20m的层状岩块保留在杂砾岩层中；有的显示揉皱、包卷层理，反映软变形（Soft-deformation）的特征。而做为杂砾岩的主体是不具沉积构造的石化泥砂质岩，砾石分布其中。杂砾岩是泥砂质与砾石彻底搅混后的产物（图版Ⅱ-1、2）。

（二）杂砾岩层成因探讨

尽管杂砾岩层具有冰积岩的部分特征，但把这套杂砾岩放到巧恩布拉克群形成的总环境中去考虑，特别是经过砾岩和杂砾岩特征的对比性研究后不难得出如下推断：

1. 这套杂砾岩层与上、下岩层之间均未发现明显的沉积间断，它的形成环境与上、下岩层接近，属于水下重力流沉积。
2. 杂砾岩本身特点表明它是直接下伏砾岩再改造的产物。其中包含的砂岩层呈现出的软变形特征指示杂砾岩的形成是下伏砾岩在未固结状态下滑塌下移的结果。
3. 杂砾岩层下部应属水下峡谷的沉积砾岩，其上的杂砾岩是这套沉积砾岩部分再沉

积的产物。或由于地震、海啸的诱发，或由于堆积的地形坡度较大，砾岩层沿着润滑层顺坡下滑，未固结的砾石、砂和泥质混合堆积成为杂砾岩。粘结力较大的砂岩层在滑塌过程中有的全部被冲碎，有的呈保留层状特征的岩块平卧、斜躺在杂砾岩中，有的砂岩层出现揉皱或包卷层理。而且这套杂砾岩密度大，因此，属于碎屑流沉积。可能形成于海下扇供水道中，因而出露的范围相对于下伏砂岩来说要狭小得多。这套杂砾岩层的沉积模式见图3。

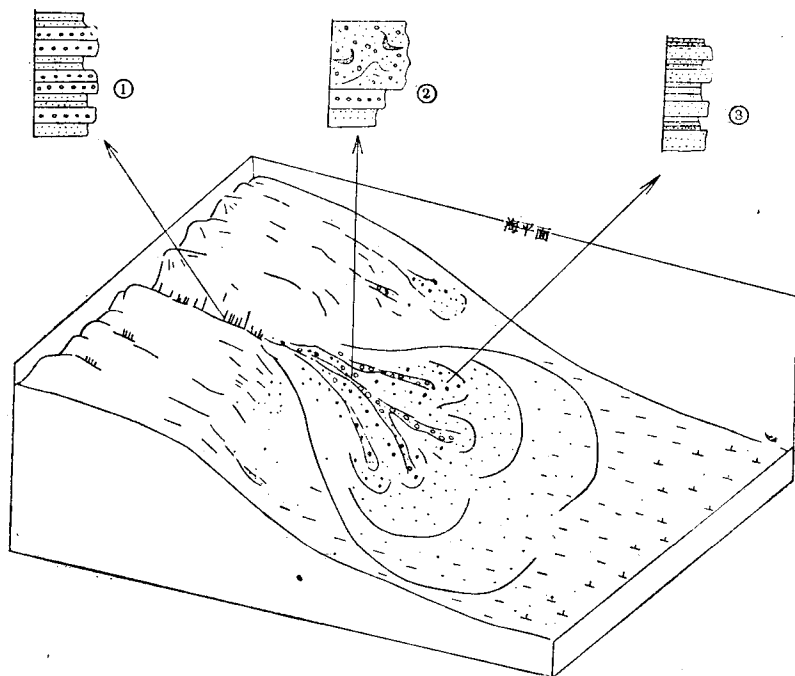


图3 巧恩布拉克群碎屑流沉积模式图

Fig. 3 Model map of debris flow deposits of the Qiaoenbulak Group

1—海下峡谷碎屑流沉积；2—海下扇供水道碎屑流沉积；3—海下扇碎屑流沉积

三、乌什群尤尔美那克组冰成特征

乌什群尤尔美那克组角度不整合于下伏的巧恩布拉克群之上（图版I-3），与上覆苏盖特布拉克组呈假整合接触（图版Ⅲ-2）。露头分布不广且不连续，西起乌什县以南巧恩布拉克一带，至东南阿克苏—柯坪—乌什之间的尤尔美那克及苏盖特布拉克等地断续出露。厚度可从大于70m迅速尖灭为0m。有关尤尔美那克组的冰成特征，高振家等在《新疆阿克苏—乌什地区震旦系》一书中（p130—134）做了详细的论述。现结合作者等人的实地考察，将该组的主要成因标志叙述如下：

（一）基岩冰溜面

基岩冰溜面是大陆冰席或山岳冰川在缓慢移动过程中对下伏基岩的磨蚀、刻蚀面，因此与冰川冰体接触的基岩面上保留了较光滑的镜面和冰川刻槽或擦痕。它是陆地冰川活动的最重要的证据之一。在我国古冰川记录中，虽有不少地点曾报导发现了基岩冰溜面，但经过作者等鉴别，确凿无疑的冰溜面发现地点为数并不多。其中以河南临汝一带罗圈组下

伏基岩冰溜面保存的范围最大,内容亦最丰富。尤尔美那克组下伏基岩冰溜面系1979年首次由新疆地质研究所发现,它发育在巧恩布拉克群屑长石砂岩或层状粉砂岩的不同层位之上。笔者等在尤尔美那克泉附近新挖出三处冰溜面,每处暴露面积近 1m^2 。冰溜面表面由于受到冰川的刨蚀而显得十分细腻,摸之有滑感。在冰溜面上发育不同类型的刻槽或丁字形擦痕(图版Ⅲ-4),有的较短粗,有的较细长,一般丁字形擦痕长度在 10cm 左右。根据丁字形擦痕所指示的方向,当时的冰体似从 $\text{NE}30^\circ\text{--NE}40^\circ$ 向SW方向流动。但是阿克苏断块现在的位置显然不是当时古冰川活动时的地理位置,它已经过了构造变动,因此推断古冰川流向尚需结合古地磁等其它地质资料才能进行。

尤尔美那克组下伏基岩冰溜面的发现和进一步确认,为尤尔美那克组杂砾岩的成因提供了可靠的证据,并证明当时的冰川活动发生在陆地。

(二) 尤尔美那克组沉积相序

尤尔美那克组沉积岩相主要有两种,即块状杂砾岩相和薄—微细层状含砾砂—粉砂岩相(图版Ⅲ-1、3, IV-2)。块状杂砾岩位于尤尔美那克组的下部和上部,为砾石、砂和泥质的杂乱沉积,砾石成分复杂、大小混合、排列无序,砾石磨圆度相差悬殊,且以半棱角状砾石为主,砾石表面可见擦痕、压裂、光面、压坑等痕迹,并发现有马鞍形、熨斗形砾石。薄—微细层状含砾砂—粉砂岩相位于尤尔美那克组中部,薄—微细层理发育(与杂砾岩的块状构造形成明显对照),其中包含形态及砾径悬殊的砾石。砾石成分与杂砾岩中的砾石成分一致,具有“坠石”的特征,它们被漂浮在冰前水体中的冰川浮冰携带、消融时坠落于盆底而包含在薄—微细层状粉砂岩中的。因此,尤尔美那克组的沉积相序为块状杂砾岩相→薄—微细层状含砾砂—粉砂岩相→块状杂砾岩相。该相序至少反映出两次冰进和一次冰退过程,块状杂砾岩是冰进过程中冰川下部直接堆积的产物,而含坠石的细碎屑岩属于冰退过程中冰前水盆地中的沉积。通常一次冰进过程后紧接着一次冰退,因此,在尤尔美那克组上部块状杂砾岩以上也应有反映冰退过程的岩相存在,致所以未有发现,可能在尤尔美那克组形成以后,苏盖特布拉克组沉积以前发生过剥蚀作用。

(三) 冰川沉积环境讨论

前已叙及,在巧恩布拉克群与乌什群尤尔美那克组之间存在重要的沉积间断,因此尤尔美那克组的沉积环境不受巧恩布拉克群沉积时的较深海环境制约。组成尤尔美那克组的块状杂砾岩相,如果没有其它成因标志佐证,它们既可形成于陆地冰川的下部或伸入海洋的冰舌下部,也可能由于巨大冰山的快速消融形成在深海沉积物中。但是尤尔美那克组的块状杂砾岩相被推测为形成于陆地冰川下部的依据,除了下伏基岩冰溜面的存在以外,还由于这种块状杂砾岩相在整个相序中所占厚度比例高达85%以上,与其它环境中形成的厚度比例相比存在明显差别;反映形成于冰退过程相当于冰前湖泊沉积的薄—微细层状砂—粉砂岩相厚度小,分布面积窄,与冰川—海洋沉积显然不同。因此,整个尤尔美那克组是陆地冰川活动的产物,它形成的相模式如图4所示。

四、巧恩布拉克群碎屑流和乌什群冰川沉积特征对比

发育于巧恩布拉克群上部的碎屑流和乌什群尤尔美那克组冰川沉积物主要岩性均为杂

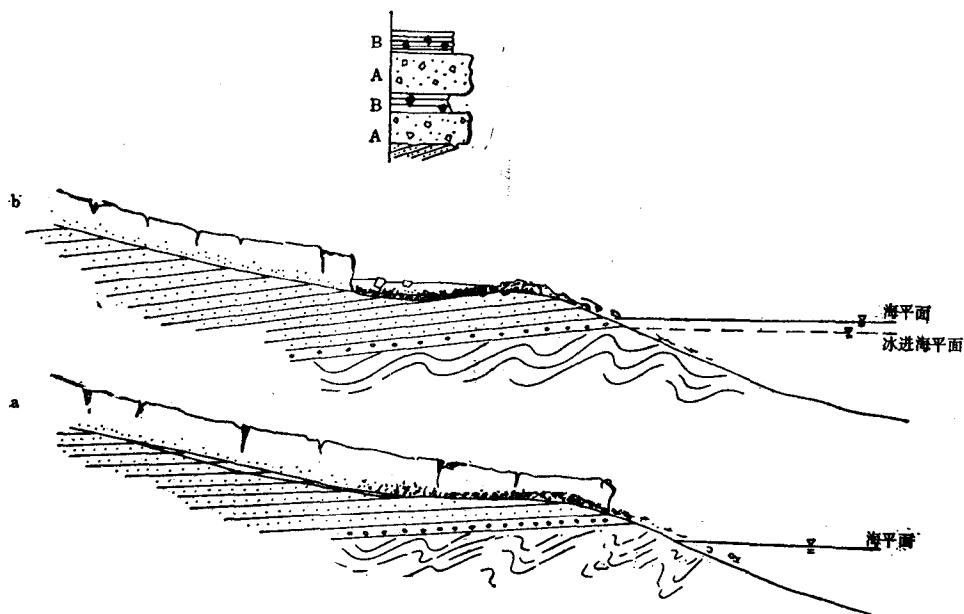


图 4 尤尔美那克组冰川沉积模式图

Fig. 4 Mode map of glacial deposits of the Yulmeinak formation

A—块状杂砾岩相；B—薄—微细层状含砾砂-粉砂岩相。a—冰进沉积模式；b—冰退沉积模式

砾岩，表现出块状构造、杂乱堆积、砾石排列无序的共同特点。但它们是由不同地质营力所形成，前者是水下高密度流，后者是冰川活动，二者之间存在重要差别。根据实际观察，它们的主要特征对比明显不同（表1）。

表 1 巧恩布拉克群碎屑流和乌什群冰川沉积特征对比

Table 1 A comparative study on the characteristics of the debris flow (Qiaoenbulak Gp.) and glacial deposits (Wushi Gp.)

沉积物主要特征	碎屑流沉积 (巧恩布拉克群)	冰川沉积 (乌什群)
砾石磨圆度	极佳	不好，以棱角及次棱角状为主
砾石分选程度	好，砾径集中在10cm左右	极差，大小参差不齐
砾石成分	较复杂	很复杂
砾石排列	无序排列，杂乱分布	无序排列、杂乱分布
沉积构造	含有下伏岩层的层状岩块，有的显示软变形及包卷层理等滑塌特征	砾、砂、泥彻底混合后形成块状构造
与下伏岩层关系	剖面上为连续沉积	刨蚀后形成基岩冰溜面
岩相共生特点	与海下扇内扇重力流沉积及峡谷中砾岩共生	与含“坠石”的细屑岩共生
厚度比例	在海下扇沉积中，块状杂砾岩仅占不足5%的厚度比例	块状杂砾岩占整个冰川沉积物厚度的85%以上
搬运的地质营力	重力流	冰川
沉积环境	海下扇供给水道附近	陆相冰川的不同部位

需要着重指出的是碎屑流属于重力流范畴,是沉积事件的表现,只要有合适的条件,特别是沉积物停积的坡度大,就可能形成重力流。虽然重力流沉积的范围也可能较大,但它严格受盆地规模的制约。因此,重力流作为一个特殊岩相,可用来做为盆地范围内的对比标志,超越了盆地的范围,很难用重力流做为等时事件进行对比。而冰川作用是地史中的气候事件,它的存在反映了寒冷性气候,冰川作用的遗迹受寒冷性气候影响范围的制约。在全球性气候转冷的冰期,冰川遗迹的分布是超大陆的。山岳冰川条件及其遗迹局限于高寒山区。晚元古代曾经发生过全球性寒冷气候,冰川遗迹已在除南极洲的其它各大陆有所发现。因此,冰川沉积物及其它冰川遗迹常可应用于不同构造单元、乃至大陆之间的地层对比。显然重力流和冰川沉积的地质意义是不同的。在冰川作用中除形成冰碛岩、冰湖或冰川-海洋沉积的含坠石沉积物外,常形成冰川泥石流或伴生其它重力流沉积。要把与冰成岩石伴生的重力流沉积和非冰川作用形成的重力流沉积严格区别开,根据它们的沉积相组合是不难辨认的。由于非冰川作用的重力流沉积与冰川沉积有不同的地质意义,对于沉积物成因鉴别需要持特别谨慎的态度。块状杂砾岩是重力流和冰川作用最常形成的一种岩相,因此,对块状杂砾岩的成因也最容易引起争论。所谓对沉积物的重力流或冰川作用成因判别,往往集中在对块状杂砾岩的成因判别上。笔者等曾多次强调对块状杂砾岩的成因判别至少要从三个方面进行研究。

第一,要重视区域地质背景的研究,尽可能搜集块状杂砾岩的区域展布和共生岩层组合特征。巧恩布拉克群形成的背景是一套深海重力流,其中出现了块状杂砾岩时,首先不能排除这套杂砾岩形成的海下扇环境。如果其它的证据与海下扇环境相违背时,才有可能分析其它地质作用和形成环境。

第二,要重视沉积相组合和地层间的接触关系。研究块状杂砾岩的成因不能脱离上、下岩层形成的环境。只有当其顶底面发生沉积间断,才有可能出现相的不连续。此时块状杂砾岩可形成于与上、下岩层迥然有别的环境。例如乌什群与巧恩布拉克群之间如果是连续沉积,就绝不可能在深海沉积之上紧接着出现陆相冰川堆积,只有在两群间发生过重大间断的情况下沉积相才会出现这种突变情况。在沉积相序中,不同的沉积相组合反映不同的成因和形成环境。巧恩布拉克群块状杂砾岩与海下扇积岩共生,杂砾岩是形成于供给水道附近的碎屑流再沉积物。而乌什群尤尔美那克组块状杂砾岩在相组合中出现厚度不大的含坠石细碎屑岩,并发现基岩冰溜面,证明这套杂砾岩形成于冰川下部,是冰川活动的产物。

第三,要重视块状杂砾岩自身特点的研究,特别要重视砾石成分、来源、分选度、磨圆度、形态、排列方位和序列的研究;包含岩块或夹层特征的研究。从碎屑流和冰川沉积物(表1)的诸多特征的对比情况看,二者是能够区别开的。

尽管块状杂砾岩的成因研究是一项复杂而严谨的研究工作,但从上述三个方面入手,尽可能搜集多的地质资料,在把所有材料有机地进行综合分析后有可能提出接近事实的推断。

笔者等工作得到新疆305项目办公室的支持,在野外工作期间彭昌文、秦正永、肖兵等曾协助工作。文中基本论点曾与美国J. C. Crowell教授进行过讨论,并在巴西圣保罗1988年27届国际冈瓦纳讨论会上作了介绍。对于曾经给予笔者等工作帮助的部门和学者,借此机会致以衷心的感谢。

A COMPARATIVE STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF DEBRIS FLOW AND GLACIAL DEPOSITS OF LATE PROTEROZOIC IN THE AKSU AREA OF XINJIANG

Lu Songnian

(Tianjing Institute of Geology and Mineral Resources, Ministry
of Geology and Mineral Resources)

and Gao Zhenjia

(562 Comprehensive Geological Brigade, Ministry of Geology
and Mineral Resources)

Abstract

In the Aksu area, which is situated on the northwestern margin of the Tarim platform, the Late Proterozoic strata consist of the Aksu Group, the Qiaoenbulak Group and the Wushi Group. Based on the recent research results, the whole rock Rb-Sr isochron age of the albite-quartz-schist of the Aksu Group is 967Ma and that of the glaucophane-schist and epidote-actinolite-schist, which are interbedded with the albite-quartz-schist, is 944Ma. Therefore, it is inferred that the primary rocks of the Aksu Group formed probably more than 1000Ma B. P.. The Qiaoenbulak Group is an enormously thick sequence of clastic rocks which, according to the sedimentary facies analysis, belong to the turbidity current deposits on submarine fans. The Wushi Group is composed of glacial rocks of the Yurmeinak Formation, red sandstone of the Sogatbulak Formation and shallow sea carbonate rocks of the Qigebulak Formation. The three groups mentioned above are thought to be Middle-Late Proterozoic in age, the latter one being assigned to Sinian.

A suit of debris flow deposits is found to occur in the Qiaoenbulak Group and a suit of terrestrial glacial deposits is developed in the Wushi Group. Although these two suits of diamictite resemble the massive tillite in appearance, they are remarkably different from each other in composi-

on, roundedness and sorting index of the gravels in them. The diamictite of the Qiaoenbulak Group has well preserved the bedded structure of the primary sandstone formed before its slumping and the involutionary bedding produced during the slumping, which convincingly proves that the diamictite is of a debris flow origin. However, the Yurmeinak Formation of the Wushi Group shows various glacial features, glacial pavement in particular, and a sedimentary sequence dominated by massive diamictite, indicating a continental glacial depositional environment. A comparison between the debris flow deposits and the glacial deposits in terms of sedimentary features is given below.

	Debris deposits (the Qiaoenbulak Group)	Glacial deposits (the Wushi Group)
Roundedness of gravel	Good-excellent	Poor, mainly angular and subangular
Sorting index of gravel	Good, gravels mainly about 10cm in diameter	Very poor, varying greatly in size
Composition of gravel	Relatively complicated	Very complicated
Sedimentary structure	Primary bedded structure preserved in rock blocks, some of which show slight deformation, involutionary bedding and other slumping features	Massive structure formed as a result of complete mixing of gravel, sand and mud
Relationship with underlying rocks	Continuous in section	Unconformable, with glacial pavement on bed rock
Facies association	Associated with submarine fan gravity flow deposits and valley conglomerate facies	Associated with fine clastic facies containing drop-pebbles
Transporting agent	Debris flow	Glacier
Sedimentary environment	Submarine fan	Terrestrial glacier

图 版 说 明

图 版 I

1. 巧恩布拉克群砾岩层上部的砾石，新疆阿克苏尤尔美那克泉附近；
2. 同1；
3. 乌什群尤尔美那克组与巧恩布拉克群（具层理）的不整合接触关系，新疆阿克苏西北，尤尔美那克泉；
4. 巧恩布拉克群砾岩层中部砾石，地点同1；
5. 巧恩布拉克群块状杂砾岩中的滚圆状砾石及压裂构造，地点同1。

图 版 II

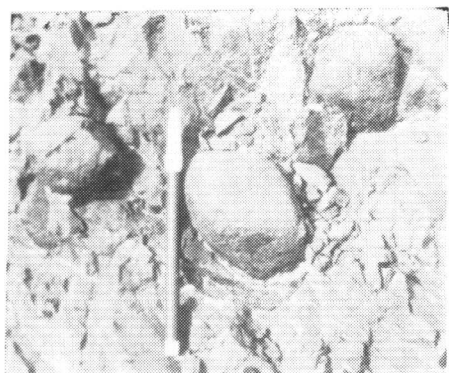
1. 巧恩布拉克群杂砾岩外貌，新疆阿克苏尤尔美那克泉附近；
2. 同1，注意杂砾岩中的砂岩层形态；
3. 巧恩布拉克群砾岩层；
4. 巧恩布拉克群砾岩与下伏砂岩的接触关系，地点同1。

图 版 III

1. 乌什群尤尔美那克组中部冰水沉积岩，新疆阿克苏尤尔美那克泉；
2. 尤尔美那克组与上覆苏盖特布拉克组呈不整合接触，地点同1；
3. 尤尔美那克组上部块状杂砾岩外貌，地点同1；
4. 巧恩布拉克群顶部的基岩冰溜面；地点同1。

图 版 IV

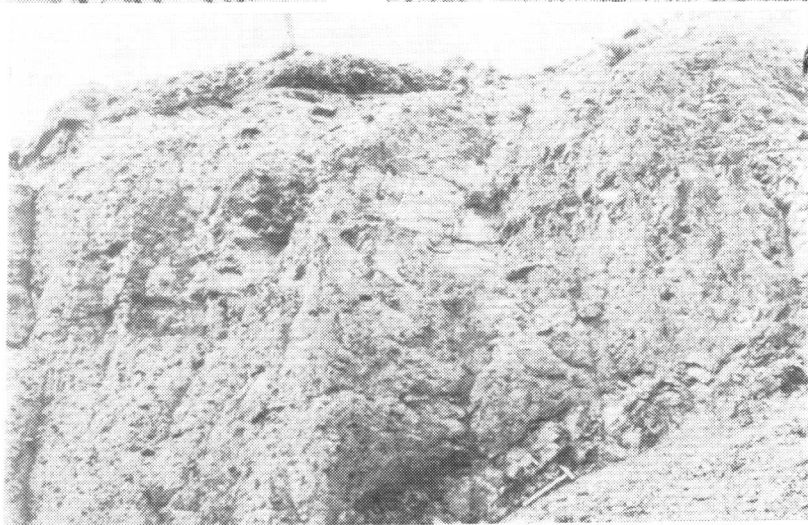
1. 乌什群苏盖特布拉克组双向交错层，新疆阿克苏苏盖特磷矿附近；
2. 乌什群尤尔美那克组块状杂砾岩（照片下方）和冰水沉积特征，新疆阿克苏尤尔美那克泉；
3. 乌什群苏盖特布拉克红色砂岩与侵入巧恩布拉克群的岩脉（照片下部凸出部分）呈沉积接触，新疆阿克苏尤尔美那克泉；
4. 乌什群苏盖特布拉克组交错层理，地点同1。



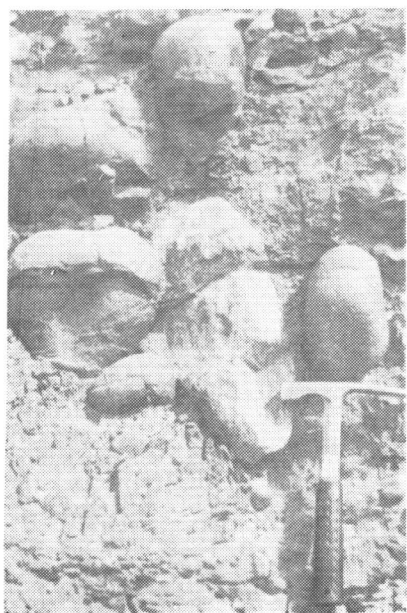
1



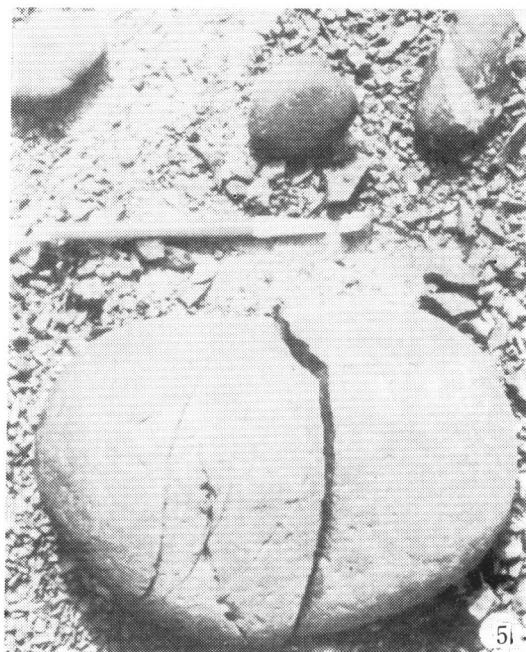
2



3



4



5