

西昆仑山北缘下更新统西域组中上部泥石流沉积的发现及其意义

黎敦朋¹, 刘 健²

LI Dun-peng¹, LIU Jian²

1. 福州大学紫金矿业学院, 福建 福州 350108; 2. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081

1. College of Zijin, Fuzhou University, Fuzhou 350108, Fujian, China;

2. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China

摘要:报道了在西昆仑山北缘的恰哈、桑株、柯克亚等地的西域组中上部地层中发现数十层泥石流沉积。容重测量表明,泥石流以粘性泥石流为主,典型沉积相组合为 AC、AA₁C、DAA₁BC、AA₁BC、AA₁B、A₁BC,反映泥石流沉积从上游向下游由扇顶向扇缘环境演化,泥石流沉积时代对比为早更新世早中期。青藏高原西北缘西域组中上部泥石流沉积的发现,为分析该区西域组沉积时期的构造背景、地貌条件、气候特征提供了重要的新资料,为研究青藏高原隆升及其引发的地质灾害效应提供了新的证据,对泥石流地质灾害的防治提出了预警。

关键词:泥石流;西域组;发现;意义;西昆仑山北缘

中图分类号:P534.63⁺1; P642.23

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2011)09-1369-05

LI D P, Liu J. The discovery of debris flow sediments in the middle-upper Xiyu Formation of Lower Pleistocene on the northern margin of West Kunlun Mountains and its significance. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(9):1369-1373

Abstract: Dozens of layers of debris flow were discovered in Qiaha, Sangzhu and Kekeya areas on the northern margin of West Kunlun Mountains. Density measurements show that they are mainly clayey debris flows. Typical combinations of sedimentary facies are AC, AA₁C, DAA₁BC, AA₁BC, AA₁B and A₁BC, suggesting that the sedimentary facies of debris flow evolved from top to edge of the alluvial fan, and the age of debris flow sediments is early-middle Early Pleistocene through comparison. The discovery of debris flow sedimentation in middle-upper Xiyu Formation on the northern margin of Tibetan Plateau provides important new information on tectonic background, geomorphic conditions and climate characteristics for analyzing sedimentation age of Xiyu Formation in the north margin of West Kunlun Mountains and also supplies new evidence for the uplift of Tibetan Plateau and its geological disaster effects, thus putting forward warning for the prevention and treatment of debris flow disaster.

Key words: debris flow; Xiyu Formation; discovery; significance; northern margin of West Kunlun Mountains

2010年8月7日在甘肃省舟曲县城发生了特大泥石流,导致1000余人失去了生命,并造成了巨大的经济损失^[1]。舟曲县城在早更新世时期就是泥石流频发地区^[2],在舟曲县城的白龙江高阶地上存在早更新世的泥石流沉积,表明舟曲地区在第四纪就是泥石流的多发地区。国内外已发生的泥石流灾

害表明:历史泥石流频发的区域,常常又是现代泥石流多发的地区。

本文报道在青藏高原西北缘发现的西域组中上部数十层早更新世的泥石流沉积。这为分析西域组沉积环境、构造背景、地貌条件、气候特征和青藏高原西北缘的隆升提供了重要的新资料,为青藏高原

收稿日期:2011-04-25;修订日期:2011-07-11

资助项目:中国地质调查局项目《中国气候变化记录对全球气候变化重要事件响应》(编号:1212011120044)

作者简介:黎敦朋(1967-),男,博士,副教授,从事构造地质、区域成矿教学与研究工作。E-mail: dunnpengli@fzu.edu.cn

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

隆升引发的地质灾害效应提供了新的证据,对该区域的地质灾害防治提出了预警。

1 西域组概述

西域组又称西域砾岩,是中国西部一个重要的广泛分布的晚新生代地层单位。西域组由黄汲清等命名于天山南侧库车河附近的盐水沟一带^[3],系指广泛分布于天山、昆仑山山麓地带的一套冲洪积成因的暗灰色、深灰色、灰黄色巨厚块状砾岩。通过磁性地层学的研究,已确认西域组系穿时的地层单位,靠近造山带,时代早于盆地内部,其时代主体为上新世—早更新世^[4-9],局部地区西域组底界磁性地质年代达中新世中期^[8]。

目前,对西域成因的认识存在多种争论:第1种以黄汲清为代表,认为西域组代表了上新世末—第四纪初期一次强烈的构造运动^[5,10-12]。第2种以Molner等^[13]、Wang等^[14]、Zhang等^[15]为代表,认为西域组是第四纪全球气候变冷的产物。造成上述观点差异的主要原因是西域组底部与阿图什组呈整合接

触,未见强烈的构造变形。第3种观点以陈杰等^[8]为代表,认为西域组是构造运动叠加气候变化的产物。

2 泥石流沉积的特征

笔者在西昆仑山北缘的策勒县恰哈河上游、皮山县桑株、叶城县柯克亚等地的西域组中上部发现的数十层泥石流沉积位置见图1。

策勒县恰哈河上游泥石流沉积以碎屑大小混杂、分选与磨圆差、泥质杂基支撑为主要特征。泥石流沉积的累计厚度超过200m,泥石流沉积中砾石大小混杂,最大砾径达3m(图2-b),单层泥石流沉积的最大厚度超过5m,连续的泥石流沉积的最大厚度超过15m。测量2件泥石流样品的容重分别是1.756g/cm³和1.926g/cm³,表明其主体属粘性泥石流^[16]。

在皮山县桑株、叶城县柯克亚等地的西域组中上部发现的泥石流沉积厚度、碎屑砾径均较小,显示为远源泥石流沉积的特征。

下面以策勒县恰哈河上游西域组中上部的泥石流沉积为例,对泥石流的特征、沉积相和时代作初步分析。

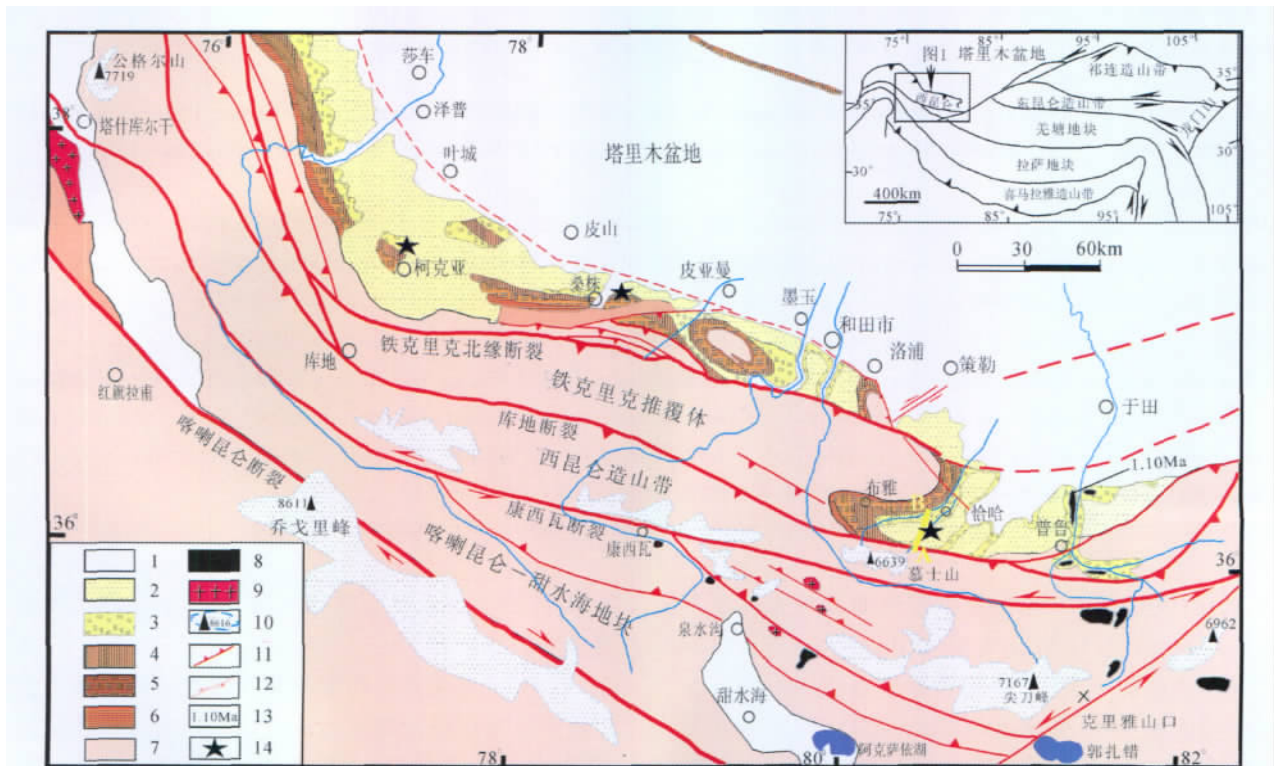


图1 西昆仑造山带及邻区地质简图与泥石流位置图

Fig. 1 Simplified geological map and debris flow positions of West Kunlun orogen and its adjacent areas
1—全新统—上更新统;2—上更新统;3—上新统—下更新统西域组砾岩;4—上新统阿图什组;5—渐新统—中新统乌恰群;6—古新统—始新统喀什群;7—前古近纪花岗岩;8—中新统—第四系火山岩;9—中新世花岗岩;10—雪被、山峰及其高程(m);11—逆冲断层;12—走滑断层;13—普鲁上层火山岩年龄;14—泥石流分布位置

2.1 泥石流沉积特征

根据崔之久等^[17]总结的泥石流沉积相模式,一次泥石流的沉积由早至晚的相序包括初期铺床过程的细粒沉积——底泥层(D相)、中期泥石流快速沉积的粗砾泥石流层——下混杂层(A相)、晚期泥石流分异的细砾泥石流层——上混杂层(A₁相)、后期泥石流悬浮沉积的细粒沉积——表泥层(B相)和河流对泥石流冲刷改造的沉积物——冲刷层(C相)。恰哈河上游西域组中上部发现的泥石流沉积除不发育底泥层(D相)外,其它泥石流沉积相均较发育。

D相:是泥石流初期沉积的产物,先期降水将流域内地表的细粒物质、枯枝树叶等物质冲刷—携带—填充在河床上,形成初期铺床过程的细粒沉积的底泥层。区内底泥层不发育,所见D相沉积厚度小于15cm,以细粒的粉砂、细砂、粘土物质为主,分选、磨圆差,泥质杂基支撑,块状构造,与下伏河流沉积或泥石流沉积界线清楚。

A相:是泥石流堆积的主体,一般厚10~200cm,最厚可达500cm。碎屑大小混杂,砾径一般2~30cm,最大砾径达300cm,砾石成分主要为花岗岩,少量蛇绿岩和变质岩,砾石局部可见石线构造(图2-d)、叠锥构造、叠瓦状构造,其扁平面倾向上游。砾石分选与磨圆差,颗粒—泥质杂基支撑,以块状构造为主,偶见逆粒序层理或逆—正粒序层理,与下伏底泥层呈过渡接触。

A₁相:是泥石流堆积中晚期浆体分异作用沉积的细砾沉积,一般厚2~50cm,最厚可达120cm。砾径一般2~30mm,最大砾径约为100mm,砾石成分主要为花岗岩,少量蛇绿岩和变质岩。磨圆差、分选中等,泥质杂基支撑,正粒序层理—块状构造,与下伏粗砾泥石流层呈过渡接触。

B相:是泥石流堆积晚期悬浮沉积的细粒沉积(表泥层),一般厚度小于10~100cm。以粉砂、粘土物质为主。分选、磨圆差,泥质杂基支撑,块状构造,可见水平层理或片状构造。与其上的冲刷层常呈侵蚀接触,界线清楚。

C相:当泥流体停积后,沟床即恢复平水期水流并对泥石流层进行冲刷,最后在泥石流层顶部形成冲刷层。冲刷层一般厚20~50cm,以中细砾石为主,无粉砂级沉积,砾径一般1~10cm,砾石分选中等,次圆—次棱角状,颗粒支撑,砾石部分呈叠瓦状构造、块状构造。冲刷层常与正常冲洪积层接触。

D→A→A₁→B相构成了一个完整的泥石流沉

积旋回。D相、A相沉积的出现标志泥石流沉积的开始,A相、A₁相沉积是泥石流高峰时期的沉积产物,B相沉积的出现预示泥石流沉积的结束,而C相的出现暗示进入泥石流的间歇期,属于正常冲洪积或对泥石流沉积的改造与侵蚀。

2.2 泥石流沉积相组合与沉积环境

恰哈河上游西域组中上部泥石流沉积的主要沉积结构如图2所示,其典型相组合以AC、AA₁C、DAA₁BC、AA₁BC、AA₁B、AA₁、BC为主。

在恰哈河上游靠近西昆仑山山前,西域组中上部泥石流沉积相组合以AC、AA₁C相为主,发育粗—中细砾的泥质砾岩为特征,不发育底泥层(D相)和表泥层(B相)。泥石流上部一般可见冲刷层,反映靠近洪积扇顶坡度较大、泥石流冲刷搬运能力较强,粗砾沉积物优先沉积,而细粒的碎屑继续向下游搬运,不易在上游沉积。

由恰哈河上游向下方向,西域组中上部泥石流沉积相组合以DAA₁BC、AA₁BC、AA₁B、AA₁相为主,泥石流沉积各相均较发育,出现不同程度的细粒沉积,特别是代表悬浮沉积的表泥层(B相)的厚度较大,反映主体属于扇中—扇缘环境。具有冲刷层的DAA₁BC、AA₁BC组合可能代表具有间歇的泥石流活动期的沉积,而没有冲刷层的AA₁B、AA₁组合可能反映泥石流连续沉积的强泥石流活动期的沉积。其中AA₁组合中常见巨砾沉积,可能是泥石流经过的中心(俗称为龙头)。

在恰哈河两侧支沟中,西域组中上部泥石流沉积相组合以BC相为主,沉积物以悬浮的粉砂、粘土为主,可能属于扇间环境的泥石流浆体析出沉积。

因此,恰哈河上游西域组中上部泥石流沉积典型的相组合以AC、AA₁C、DAA₁BC、AA₁BC、AA₁B、A₁BC、AA₁为主,由上游向下游反映泥石流沉积主体属于扇顶—扇缘环境。

2.3 泥石流沉积的时代

在叶城县柯克亚剖面西域组底界的古地磁年龄约为3.5Ma^[5],在皮山县桑株剖面西域组底界的古地磁年龄约为3.0Ma^[9],在普鲁西域组顶部玄武岩全岩³⁹Ar—⁴⁰Ar年龄为1.1Ma^[18]。在青藏高原西北缘的策勒县恰哈河上游、皮山县桑株、叶城县柯克亚等地发现的泥石流沉积发育于西域组中上部,根据该泥石流产出的层位,推测泥石流沉积时代早于1.1Ma,属于早更新世早中期。

青藏高原西北缘的西域组中上部所夹的泥石流沉积,与白龙江上游六级阶地(曲舟县)上的早更新世泥石流沉积和黄河上游六级阶地(兰州附近)上的早更新世泥石流沉积可以对比^[2,19]。

3 意义

泥石流形成的充要条件是充足的物源、较陡峻的坡度和短时性暴雨(或是巨量的冰川融水)。而充足的碎屑物多是构造强烈作用破碎的结果,构造隆升也常常形成陡峻的地形,因此,大面积的泥石流分布多与强烈的新构造运动有关。前人的研究也表明:泥石流的发生是构造运动和气候变化共同作用的结果^[2]。

西昆仑山北缘的塔里木盆地西南缘由上新统阿图什组开始出现生长地层^[5,9],表明西昆仑山北缘由上新世开始发生了强烈的逆冲运动;其次,从上新统阿图什组开始碎屑物粒度和沉积速率也大大增加^[20],表明昆仑山快速隆升导致剥蚀速率显著增大。

西域组中上部所夹泥石流沉积的发现,表明早更新世西昆仑山物源充足、地形陡峻和降雨充沛(或是巨量的冰川融水),暗示早更新世青藏高原西北缘的昆仑山脉快速隆升,并可能已达到了高原的临界高度,导致季风形成,使降雨明显增加,诱发泥石流发生与沉积。因此,西昆仑山北缘西域组中上部泥石流沉积的发现,表明早更新世早中期松散碎屑物十分充足,地形坡度陡峻,并经常发生短时性暴雨或巨量的冰川融水,具备泥石流发生的充要条件,暗示早更新世西昆仑山发生了强烈的逆冲构造变形,山脉已隆升到相当的高度。

西昆仑山北缘西域组中上部泥石流沉积的发现,为分析西昆仑山北缘西域组沉积时期的构造背景、地貌条件、气候特征提供了重要的新资料,为探讨青藏高原隆升及其引发的地质灾害效应提供了新的证据。

现代构造地貌研究显示:西昆仑山北缘是青藏高原周缘地形坡度最大的地区之一^[21],在昆仑山北部的坡面上又堆积了厚度几十至上百米的黄土或风沙沉积^[22],如果发生连续性的暴雨或巨量的冰川融水,在该区将会形成巨量的泥石流。为了吸取舟曲泥石流灾害的教训,对青藏高原西北缘历史上的泥石流多发区,应加强泥石流灾害的防治和预警,以应对极端气候条件下泥石流暴发引发的灾害。

致谢:泥石流野外调查得到潘燕兵硕士的帮助,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]胡凯衡,葛永刚,崔鹏,等.对甘肃舟曲特大泥石流灾害的初步认识[J].山地学报,2010,28(5):628-634.
- [2]李永化,张小咏,崔之久.陇南山地泥石流期、气候期与构造期的耦合[J].水土保持研究,2003,10(2):96-100.
- [3]黄汲清,杨钟健,程裕淇.新疆油田地质调查报告[R].中央地质调查所地质专报甲种第21号,1947:31-66.
- [4]滕志宏,岳乐平,蒲仁海.用磁性地层学方法讨论西域组的时代[J].地质论评,1996,42(6):481-489.
- [5]Zheng H B, Powell C, An Z SH, et al. Pliocene uplift of the northern Tibetan Plateau[J]. Geology, 2000, 28(8): 715-718.
- [6]陈杰,卢演涛,丁国瑜.塔里木西缘晚新生代造山过程的记录——磨拉石建造及生长地层和生长不整合[J].第四纪地质,2001,21(6):528-539.
- [7]陈杰,尹金辉,曲国胜.塔里木盆地西缘西域组的底界、时代、成因与变形过程的初步研究[J].地震地质,2002,22(增刊):104-116.
- [8]陈杰, Heermance R V, Burbank D W.中国西南天山西域组的磁性地层年代与地质意义[J].第四纪研究,2007,27(4):576-5587.
- [9]Sun Jimin,Zhang Liyuan,Deng Chenglong. Evidence for enhanced aridity in the Tarim Basin of China since 5.3Ma[J]. Quaternary Science Reviews, 2008,doi:10.1016,1012-1023.
- [10]黄汲清.中国新构造运动的几个类型[C]//中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录.北京:科学出版社,1957:8-44.
- [11]黄汲清,陈炳蔚.提提斯—喜马拉雅构造域上新世—第四纪磨拉石的形成及其与印度板块活动的关系[C]//国际交流地质学术论文集(1):构造地质·地质力学.北京:地质出版社,1980:1-14.
- [12]李吉均,文世宣,张青松.青藏高原隆升的时代、幅度和形式的探讨[J].中国科学,1979,1(6):608-616.
- [13]Molnar P, England P, Martinod J. Mantle Dynamics, Uplift of the Tibetan Plateau, and the Indian Mosoon[J]. Reviews of Geophysics, 1993,31: 357-396.
- [14]Wang Erchie,Wan Jinglin,Liu Jiaqi. Late Cenozoic geological evolution of the foreland basin bordering the West Kunlun range in Pulu area: Constraints on timing of uplift of northern margin of the Tibetan Plateau[J]. Journal of Geophysical Research, 2003,108(B8): 2381-2412.
- [15]Zhang P Z, Molnar P, Downs W R. Increased sedimentation rates and grain sizes 2~4Myr ago due to the influence of climate change on erosion rates[J].Nature, 2001,410: 891-897.
- [16]刘耕年,崔之久,王晓晖.泥石流的宏观沉积构造与形成机理[J].地质论评,1995,41(2):159-164.
- [17]崔之久,熊黑钢.泥石流沉积模式[J].沉积学报,1990,8(3):128-140.
- [18]赵越,黎敦朋,刘健,等.构造地貌——认识高原历史的钥匙[J].地质通报,2008,27(12):1961-1966.
- [19]王建力,陈忠,周心琴,等.青藏高原东北边缘泥石流发生与沉积史初探[J].西南师范大学学报(自然科学版),2002,27(5):765-770.
- [20]马钦忠,李吉军.晚新生代青藏高原北缘构造变形和剥蚀变化与山脉隆升关系[J].海洋地质与第四纪地质,2003,23(1):27-34.
- [21]蒋复初,吴锡浩.中国大陆阶梯地貌的基本特征[J].海洋地质与第四纪地质,1993,13(3):15-24.
- [22]方小敏,吕连清,杨胜利,等.昆仑山黄土与中国西部沙漠发育和高原隆升[J].中国科学(D辑),2001,31(3):177-184.