第16卷第1期
2010年3月

地质力学学报
JOURNAL OF GEOMECHANICS

Vol. 16 No. 1
Mar. 2010

文章编号：1006-6616（2010）01-0001-10

青海格尔木早更新世昆仑河砾岩的发现及其地质意义

赵希涛[1]，胡道功[2]，吴中海[2]，刘琦胜[2]，张耀玲[2,3]，薛腊梅[3]

（1. 中国科学院 地质与地球物理研究所，北京 100029；
2. 中国地质科学院 地质力学研究所，北京 100081；
3. 中国地质大学 地球科学与资源学院，北京 100083）

摘　要：昆仑河发源于昆仑山，是格尔木河的重要支流之一。前人所报道的新近纪与第四纪地层，主要集中于昆仑山垭口地区，而在昆仑河—格尔木河谷地中，只有中更新世以来的最新地层，从而提出了发生于1.1～0.6 Ma BP间的“昆仑—黄河运动”的概念。然而在昆仑河谷中发现了厚达20 m的钙质胶结的河流相砾石层（昆仑河砾岩），其分布、特征及其与纳赤台沟组、三岔河组和低阶地沉积等上覆地层的不整合接触关系，以及ESR法测定的该砾石层2个钙质胶结物样品的年龄（分别为1 042±104 ka BP与1 269±126 ka BP）均表明，早在距今1.27～1.42 Ma之前昆仑河—格尔木河河谷已经形成，而且已深切到现今的谷底。此后河谷内的多次切割与堆积，不应是构造运动的结果，而可能是冰期与间冰期气候变化所引起的侵蚀与搬运能力变化造成的。同样，昆仑山相对于柴达木盆地的强烈隆升至少应发生于距今1.27～1.42 Ma之前。

关键词：ESR年龄测定；早更新世；砾石层；昆仑河谷发育；昆仑山隆升
中图分类号：P534　　　　**文献标识码**：A

1 “昆仑河砾岩”的发现

昆仑河又称奈齐郭勒河，发源于东昆仑山北麓的黑海，其上游干流段又称野牛沟，自西向东流，在三岔河与发源于玉珠峰南并穿越东西走向的东昆仑山主脊和曲折而北流的小南川汇合后始称昆仑河。昆仑河在沿途汇合了其他支流之后折而向北，与来自东面的舒尔干河（又称雪水河、秀沟）汇合后改称格尔木河。格尔木河切穿了另一条东西走向的高山布尔汗布达山，流经格尔木市区后，注入柴达木盆地中东部的（东）达布逊湖。由于小南川—昆仑河—格尔木河谷地是从北面沟通中国中东部与青藏高原腹地的主要孔道，因而有时人们会误认为发源于东昆仑山南麓、横穿山脉主脊的小南川是昆仑河、甚至是格尔木河的正源。实际上，按照河源唯远的原则，发源于卡巴纽尔多湖（其上游源头段叫刚欠曲）的舒尔干河（而不是昆仑河）才是格尔木河的主流（见图1）。

收稿日期：2009-12-20
基金项目：中国地质调查局项目（编号：1212010711510）资助。
作者简介：赵希涛（1940-），男，研究员，从事地貌与第四纪地质研究工作。E-mail：xitao_ zhao@ sina. com

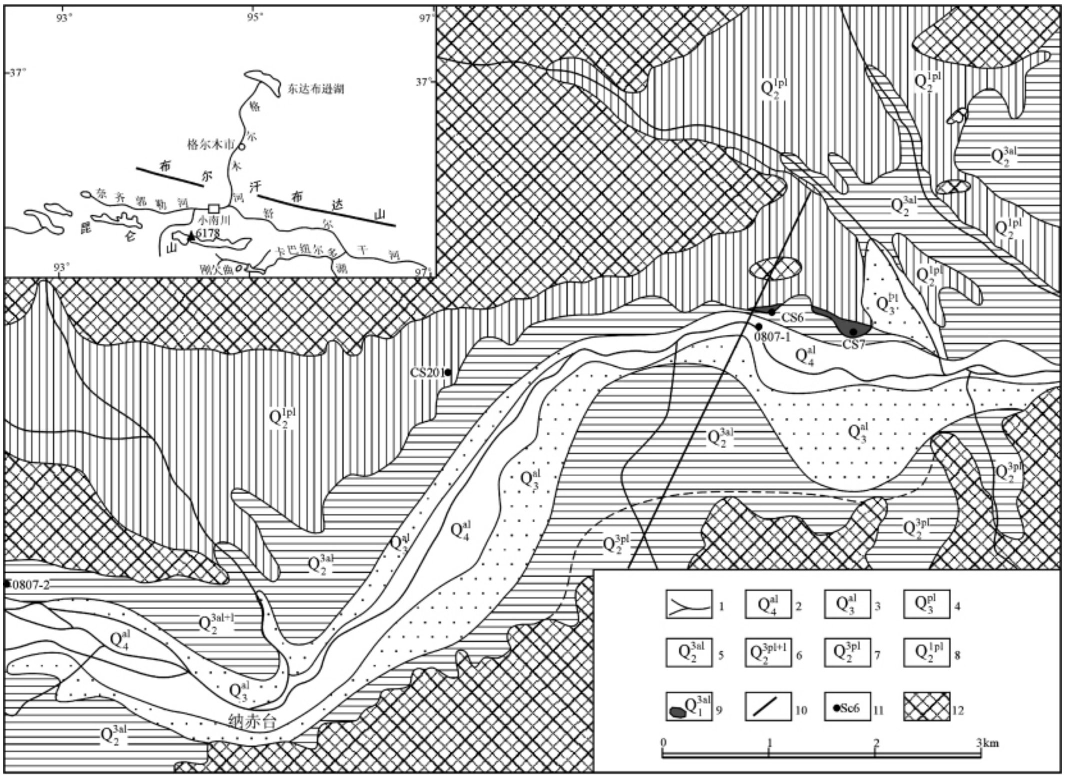

图 1 纳赤台地区昆仑河谷第四纪地质图

Fig. 1 Quaternary geological map of the Kunlun River valley in the Naij Tal area

1-昆仑河及其支流；2-全新世昆仑河河床、河漫滩与第一级阶地沉积物；3-晚更新世昆仑河第二、三、四级阶地沉积物；4-晚更新世昆仑河支流低洪积台地沉积物；5-中更新世晚期昆仑河第五级阶地沉积物（三岔河组）；6-中更新世晚期昆仑河第五级阶地河（下部）湖（上部）相沉积物（三岔河组）；7-中更新世晚期昆仑河支流高洪积台地沉积物（三岔河组）；8-中更新世早期昆仑河支流洪积丘陵沉积物（纳赤台沟组）；9-早更新世晚期昆仑河埋藏阶地沉积物（昆仑河砾岩）；10-昆仑河谷横剖面位置；11-砾石岩性成分统计点位置及编号；12-基岩

宽敞开阔的小南川—昆仑河—格尔木河谷地在地理上不仅是青藏公路和青藏铁路的必经之处，而且在地质上更是联接强烈隆升的昆仑山和青藏高原腹地与相对大幅度下沉的柴达木盆地之间的桥梁，因而前人对其河谷地貌、河流沉积与河谷发育，特别是其近期的切割与充填作用，及其与第四纪气候变化、冰川作用及青藏高原隆升的关系等方面进行了较多的研究[1~13]。

吴锡浩和钱方[1]最早在纳赤台附近的昆仑河谷中划分出 5 级阶地，T_1—T_5 分别高出河床 3~4 m、8~10 m、18~20 m、30~32 m 和 40~50 m。其中，组成 T_1 堆积阶地的壤土层中所夹炭质透镜体的 ^{14}C 年龄为 4 910 ± 100 a BP，属于全新世；T_2—T_4 均为基座阶地，以由三岔河组所组成的 T_5 堆积阶地为基座。

后来，崔之久等[6]较深入地研究了包含整个小南川—昆仑河—格尔木河谷及东昆仑山与布尔汗布达山的“昆仑山垭口地区”新近纪以来的地层，自老至新为：昆仑砾石层（昆仑砾岩）、红色风化壳、惊仙谷组、羌塘组、平台组、望昆冰期冰碛层、纳赤台沟组和三岔河组等。其中，前 6 组较老地层均集中于狭义的昆仑山垭口附近，而在昆仑河—格尔木河谷中，主要是后 2 组年轻地层——纳赤台沟组和三岔河组，以及遍布河谷各地段而以小南川剖

面为典型的晚更新世中期以来的坡积物。他们根据上述地层的分布、特征及其年龄测定结果讨论昆仑山和青藏高原腹地的抬升问题，从而提出了距今 1.1 ~ 0.6 Ma 前发生“昆仑—黄河运动”的概念[6,7]。

崔之久等[6]将吴锡浩和钱方[1]的第五级阶地称为第四级阶地，并认为三岔河组在野牛沟口出露最好，厚约 63 m 的地层被分为 6 层，自下而上由辫状河沉积、风成砂沉积和湖相沉积组成。热释光法（TL）年龄测定结果表明，其底部为 355.26 ± 28.42 ka BP，顶部为 31.65 ± 1.89 ka BP，其中两层风成砂的年龄分别为 61.67 ± 8.56 ka BP 和 262.73 ± 8.56 ka BP。另外，他们所测得的纳赤台附近昆仑河第四级阶地顶部的 TL 年龄为 34.48 ± 3.07 ka BP，与野牛沟口剖面可以很好地对比。

近年来，Owen 等[10]认识到，充填格尔木河谷的沉积物所组成的冲积扇是联系有高山（昆仑山）冰川作用和极度干旱的山间盆地（柴达木盆地）湖面变化的中间环节，因而用原地生成的宇宙成因核素法（SED）测定了昆仑山主脊（他们将其称为布尔汗布达山）两侧冰川漂砾的暴露年龄，用光释光法（OSL）测定了充填格尔木河谷的冲积扇沉积物的年龄，也测定了扇面之上漂砾的暴露年龄。冲积扇剖面不同位置沉积物的 OSL 年龄为 8.6 ~ 28.3 ka BP，而覆于扇面之上的漂砾的 SED 年龄却为 9 957 ~ 30 989 a BP。在其前后，王岸等[8,12]也用 OSL 法测定了昆仑河第二、三级阶地和组成第五级阶地的三岔河组顶、底部的年龄，其中，昆仑河第二、三级阶地的年龄分别为 8.8 ± 1.0 ka BP 及 12.9 ± 1.3 ka BP 与 13.27 ± 0.65 ka BP；三岔河组顶、底部的年龄分别为 16.6 ± 2.2 ka BP 与 23.87 ± 2.28 ka BP 及 90.1 ± 10.0 ka BP。

纳赤台沟组主要分布在纳赤台附近，据前人研究[6]与笔者的观察，为高出由三岔河组组成的河流第五级阶地十数米至数十米的倾斜角度较大的台地或垄岗，厚可逾 60 m，与局部将其覆盖的三岔河组呈不整合接触关系。以砾石沉积为主的该组地层风化普遍强烈，其底部的不少砾石往往风化成粉末状。它是迄今所报道的昆仑河—格尔木河谷中的最老沉积物。最初，纳赤台沟组混杂堆积曾被认为是冰碛，并被当作末次冰期冰川作用的末端[2,3]。施雅风等[4]从地貌学和沉积学多方面观察和采样分析认为，其沉积体呈扇形分布于支沟口，砾石岩性为石英岩、砂岩、灰岩和花岗岩，皆是来自后沟的近源堆积，磨圆较好，排列有序，扁平面明显倾向上游，与冰碛物特征明显不符。崔之久等[6]还注意到堆积体中有载荷构造，认为它是支沟泥石流扇沉积体，并测得纳赤台沟组底部的 TL 年龄为 642 ± 108.51 ka BP。本文也测得纳赤台沟组上部的 ESR 年龄为 482 ± 48 ka BP。显然，纳赤台沟组的堆积时代应大体相当于倒数第三次冰期，它们可能是冰期的寒冷气候条件下巨量粗粒的物理与寒冻风化产物在支沟中快速堆积的结果。

为了研究昆仑河—格尔木河河谷地貌与水系发育，笔者在 2002、2005、2008 和 2009 年曾多次研究和用多种方法测定了昆仑河阶地，特别是野牛沟和纳赤台西北两剖面的三岔河组的沉积特征、成因及其同位素年龄[9,11]。研究表明，组成昆仑河—格尔木河第五级阶地的三岔河组为河湖相沉积，不少地区其上部为典型的湖相沉积夹薄层风成砂沉积。ESR 法和 U 系法年龄测定结果表明，三岔河组堆积于 355 ~ 95 a BP 间，而被称为昆仑古湖的湖相沉积大致开始于 200 ~ 160 ka BP 间（ESR 法）或约 150 ka BP（U 系法），结束于约 150 ~ 120 ka BP 间（ESR 法）或约 95 ka BP（U 系法）[11]。

由上所述可知，由于采用测年方法的不同，造成了对三岔河组及昆仑河—格尔木河低阶地的形成时代存在两种不同的意见：一种意见以崔之久等和笔者的观点为代表，认为三岔河

组主要形成于倒数第二次冰期，顶部可能延伸到末次间冰期以至末次冰期[6,11]；另一种意见则认为三岔河组主要形成于末次冰期[8,10,12]。然而，不能不指出的是，纳赤台沟组和三岔河组并非充填昆仑河—格尔木河河谷的最老地层。笔者在昆仑河—格尔木河河谷的基岩谷底之上、纳赤台沟组和三岔河组之下，发现了一套胶结良好的河流相磨圆砾石层（见图2），其钙质胶结物的ESR法测年结果表明，该砾石层的堆积与胶结时代为早更新世晚期。笔者将这套胶结良好的河流相磨圆砾石层，称为昆仑河砾岩。早更新世昆仑河砾岩的发现，将昆仑河—格尔木河河谷的形成与深切的历史向前推进了一步，从而也为进一步探讨东昆仑山和青藏高原腹地相对于柴达木盆地的隆升问题创造了条件。

图2 纳赤台东北5 km处昆仑河砾岩出露剖面

Fig. 2 Outcrops of the “Kunlunhe congromerate” 5 km northeast of Naij Tal

2 昆仑河砾岩的分布与特征

在2002—2009年间，笔者对纳赤台及其以东的昆仑河谷地区进行了第四纪地质调查和有关剖面的测量。调查研究表明，在纳赤台及其附近的昆仑河沿岸，不仅有前述的全新世昆仑河河床、河漫滩与第一级阶地沉积以及晚更新世昆仑河第二、三、四级阶地河流相沉积与昆仑河支流的低洪积台地沉积物、中更新世晚期组成昆仑河第五级阶地的河流相或河（下部）湖（上部）相沉积及其支流的高洪积台地沉积物（三岔河组）和中更新世早期昆仑河支流的洪积丘陵沉积物（纳赤台沟组），而且在纳赤台下游5 ~7 km段北（左）岸多处，常常可以看见一套胶结良好的河流相磨圆砾石层，出现在昆仑河谷的基岩谷底之上，并与上覆

的纳赤台沟组和三岔河组呈不整合接触关系，有时还能发现它还构成 T_1—T_5 阶地的基座（见图 1、图 3）。实际上，这套胶结良好的河流相磨圆砾石层是昆仑河形成的，除因河流的冲刷或侵蚀而局部出露外，它往往被后期的纳赤台沟组、三岔河组及低阶地沉积所埋藏，应属于昆仑河埋藏阶地的范畴。

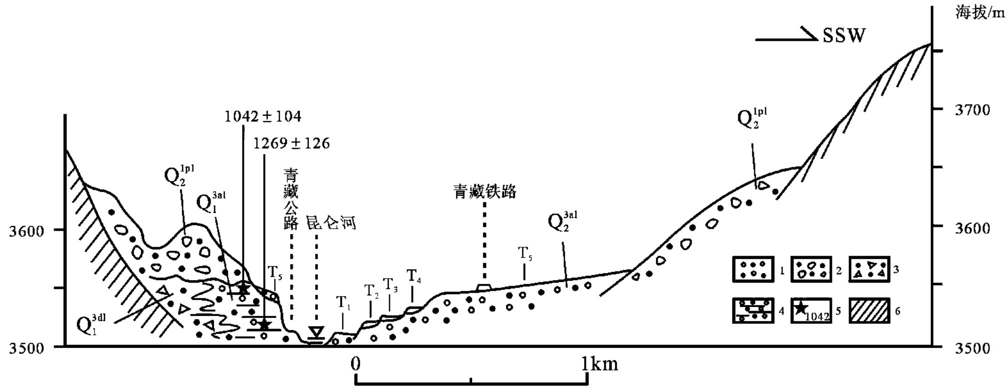

图 3　过 109 国道 2 822 km 里程碑处昆仑河谷横剖面

Fig. 3　Profile of the Kunlun River valley at the 2 822 km milestone of No. 109 National Highway

1-三岔河组（Q_2^{3al}）砂砾石；2-纳赤台沟组（Q_2^{1pl}）砂砾石；3-“昆仑河组”（Q_1^{3dl}）坡积碎石；

4-“昆仑河砾岩”（Q_1^{3al}）；5-ESR 年龄/ka BP；6-基岩

观察表明，这套钙质胶结的河流相磨圆砾石层或称砾岩，粒径以 10～30 cm 和 2～10 cm 两个级别为主，局部有粗砂充填，砾石成分较为复杂。经统计，砾石岩性成分以花岗岩、闪长岩、火山岩、灰岩、大理岩、千枚岩、脉石英与各种砂岩（如石英砂岩、粗砂岩、细砂岩、粉砂岩、变质砂岩）等为主，与物源区十分广泛的三岔河组及现代昆仑河的河床与河漫滩及低阶地沉积物相似，而要比物源区很近、主要来自昆仑河支沟的纳赤台沟组复杂得多（见表 1），且其磨圆程度普遍达到 2～3 级，即中等磨圆到磨圆较好，要比前述其他地层好得多，且其沿河分布的顶板坡度（纵比降）也较现代昆仑河河床、低阶地及三岔河组的纵比降要小，更比昆仑河支流纳赤台沟组的纵比降小得多。这些均说明了搬运与堆积这套砾石层的水流要比三岔河组及现代昆仑河的河床、河漫滩与低阶地沉积时稳定得多，更是纳赤台沟组沉积时所无法比拟的。

这套胶结砾石层的可见厚度普遍可达 20 m 左右，部分地段尚未完全露出基岩河床。该砾石层有的露头，如观察点 CS-6（94°37′16.2″E，35°54′17.0″N）处，因粒度成分相似、分选程度较高，尽管其厚度约为 20 m 左右，却未能详细分层。而在其东 800 m 左右的观察点（94°37′46.7″E，35°54′09.6″N）处，厚度大于 27.3 m 的地层露头却可自下而上划分为：

Ⅰ. 大砾石层：砾石粒径以 50～60 cm 者为主，5～15 cm 者次之，胶结较好，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 4.0 m；

Ⅱ. 小砾石层：砾石粒径以 3～5 cm 为主，个别可达 10 cm，磨圆度较高，砾石层胶结较好，厚 1.2 m；

Ⅲ. 大砾石层：大砾石粒径为 30～50 cm，其次为 5～20 cm 和 3～5 cm，分选较差而磨圆度中等，砾石层胶结程度也较差，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 1.4 m；

表 1　昆仑河—格尔木河不同地层砾石岩性成分统计表

Table 1　Lithological compositions of the gravels from the various horizons in the Kunlun River

观察点编号	CS-6	CS-7	0807-1	CS-201	0807-2
地点/地层	109 国道 2822 里程碑/昆仑河砾岩（下部）	109 国道 2822 里程碑/昆仑河砾岩（中上部）	昆仑河低河漫滩	纳赤台/纳赤台沟组	纳赤台西北剖面三岔河组 7 层
经纬度	94°37′16.2″E 35°54′17.0″N	94°37′16.2″E 35°54′17.0″N	94°37′16.2″E 35°54′17.0″N	94°35′10″E 35°53′58″N	94°32.33′E 35°53.01′N
砂岩/%	14		12		
千枚岩/%	3		13		4
粉砂岩/%	1	12			
砾岩/%	1	1		20	
石英砂岩/%			2	19	
长石石英砂岩/%				11	
灰岩/%	15	7	7	20	4
灰岩角砾岩/%				2	
大理岩/%	18	34	22	46	12
硅化大理岩/%		3		3	
石英岩/%	2	4	5		4
燧石/%					
安山岩/%	14	15			
闪长岩/%	16	1	2		2
花岗（斑）岩/%	18	22	14		15
玄武岩/%		1			
白云岩/%			7	19	2
硅化白云岩/%				10	

Ⅳ. 中、小砾石层：砾石粒径以 3 ~ 10 cm 为主，磨圆度与胶结程度中等，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 1.6 m；

Ⅴ. 中粗砾夹粗砂细砾石层：大砾石粒径以 15 ~ 40 cm 为主，中小砾石以 3 ~ 10 cm 为主，磨圆度中等，分选与胶结程度较差，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 1.2 m；

Ⅵ. 大、中砾石层：砾石粒径以 50 ~ 60 cm 和 20 ~ 30 cm 者为主，磨圆度中等，胶结中等或较差，厚 1.8 m；

Ⅶ. 大、中、小砾石混杂层：夹粗砂，砾石粒径在 50 ~ 60 cm 和 5 ~ 10 cm 之间，分选、磨圆和胶结程度均较差，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 3.0 m；

Ⅷ. 小砾石层：砾石粒径多在 1 ~ 10 cm 之间，磨圆度与胶结程度中等，厚 1.6 m；

Ⅸ. 大、中、小砾石混杂层：大砾石粒径可达 80 ~ 120 cm，中等砾石在 15 ~ 50 cm 之间，小砾石多为 3 ~ 5 cm，分选、磨圆和胶结程度中等，其中花岗岩砾石风化强烈，厚 7.0 m；

Ⅹ. 中、小砾石层：上细下粗，粗大砾石粒径为 10 ~ 40 cm，小砾石为 3 ~ 5 cm，磨圆度与胶结程度中等，厚 1.5 m；

Ⅺ. 大、中、小砾石混杂层：大砾石粒径为 50 ~ 80 cm，小砾石多为 3 ~ 10 cm，分选差，磨圆和胶结程度中等，其中花岗岩砾石风化强烈，可见厚度 3.0 m。

这套胶结砾石层与上覆地层纳赤台沟组呈不整合接触关系。

此外，在昆仑河上游的野牛沟（三岔河西 53 km 处）北岸，同期的砾岩仅高出河床 2 ~ 3 m，出露厚度仅 1 m；而在下游水泥厂北 4 ~ 5 km 处的格尔木河西岸，厚层的砾岩之下已露出的下伏基岩可高出河床 15 m。在格尔木河东南支流舒尔干河（秀沟）北岸、作路沙耶沟口以东 4.5 km 处可以见到，上新世末或早更新世早期的河湖相砾石与砂、粘土互层出露处前缘的河湖相沉积之上，不整合以厚约 10 m 的胶结良好的磨圆砾石层，上覆纳赤台沟组的洪积碎石或磨圆很差的砾石层。这些均表明，这套钙质胶结良好的河流相砾石层或砾岩，并不是仅在纳赤台以东的昆仑河谷中出现的孤立现象，而是在格尔木水系不同流域的不同河段普遍出现的一套沉积物，是具有一定地质意义的地层与地质体。因此，本文建议将此胶结的河流相砾石层，命名为“昆仑河砾岩”。

3　昆仑河砾岩的 ESR 年龄测定

关于如何测定粗粒沉积物第四纪砾石层或砾岩的形成年龄，始终是一个困惑人们的难题。笔者认为，可以将在砾石层沉积同时或稍晚胶结的钙质胶结物，看作是与砾石层准同时形成的。因此，在纳赤台下游约 5 km 的 CS-6 观察点采集了昆仑河砾岩上部与中下部（分别高出河床面 20 m 和 8 m）的 2 个钙质胶结物样品进行 ESR 年龄测定，所获得的年龄测定参数与结果见表 2。表 2 显示的 ESR 年龄测定结果分别为 1 269 ± 126 ka BP 和 1 042 ± 104 ka BP，表明昆仑河砾岩上部与中下部的堆积顺序及其与不整合于其上的中更新世早期的纳赤台沟组的形成次序符合沉积学规律，上述测年结果在地质上是可以接受的。因此可以认为，昆仑河砾岩应形成于 1.27 Ma BP 之前至 1.04 Ma BP 之后，相当于地质时期的早更新世中晚期。如果考虑砾石层的堆积速率（12 m 用了 0.23 Ma），则昆仑河砾岩开始堆积的时间大致为 1.42 Ma BP 之前。

表 2　“昆仑河砾岩”钙质胶结物 ESR 年龄测定结果

Table 2　ESR dates of the Ca-cements from the “Kunlunhe congramerate”

编号	采样位置	经纬度	样品名称	古剂量/Gy	剂量/Gy	年龄/ka BP
CS6-1B	纳赤台东北 5 km，拔河高度 8 m	94°37′16.2″E，35°54′17.0″N	钙质胶结物	2 057 ± 205	1.62	1 269 ± 126
CS6-2	纳赤台东北 5 km，拔河高度 20 m	94°37′16.2″E，35°54′17.0″N	钙质胶结物	2 018 ± 201	1.94	1 042 ± 104

注：中国地震局地质研究所地震动力学国家重点实验室协助测试

4　昆仑河发育与东昆仑山隆升

如前所述，广义的“昆仑山垭口地区”新近纪以来的地层（昆仑砾石层（昆仑砾岩）、红色风化壳、惊仙谷组、羌塘组、平台组、望昆冰期冰碛层、纳赤台沟组和三岔河组）中的前 6 组较老地层均集中于狭义的昆仑山垭口附近，而在昆仑河—格尔木河谷中，只有后 2 组年轻地层，崔之久等根据它们的分布、特征及其年龄测定结果，提出了距今 1.1 ~ 0.6 Ma 前所发生的“昆仑—黄河运动”概念[6,7]。他们认为，在此之前，“昆仑山垭口地区”尚为海拔 1 500 m 左右的“低高原”环境，经过 1.1 ~ 0.7 Ma BP 的昆—黄运动序幕的间隙性整体抬升，至出现“望昆冰期”时，山地顶部可能有 4 000 m，高原面应在 3 000 m，抬升幅

度可达 1 500 m。在 0.7 ~0.65 Ma BP 的昆—黄运动主幕，山体加速抬升并叠加断块抬升与断陷，使羌塘组及邻近山地抬升为高山（布尔汗布达山），出现了望昆冰期和断陷谷地（昆仑河谷地），羌塘组顶部的河流相沉积被望昆冰期冰碛层所覆盖，纳赤台沟组冲积地层形成。在 0.65 ~0.6 Ma BP 的昆—黄运动续幕，布尔汗布达山顶断陷成西大滩谷地、望昆冰期冰碛层被抬升至山顶，西大滩拉分谷地形成，三岔河组冲积地层形成。在 0.7 ~0.6 Ma BP 的昆—黄运动后 2 幕，高原抬升幅度可达 1 000 m。这一概念得到了较多地质工作者的认同。

然而，昆仑河砾岩在昆仑河谷底的发现及其年龄测定结果所得出的结论，却与上述观点有所不同：

① 早在 1.27 ~1.42 Ma BP 之前的早更新世中晚期，昆仑河—格尔木河河谷不但已经形成，而且已深切到了现今的谷底，格尔木河水系已经具有现今的面貌。

② 既然早更新世中晚期昆仑河—格尔木河河谷已经切割到其现今谷底的位置，那么在昆仑河砾岩堆积之后昆仑河—格尔木河河谷的切割（早更新世末期）、纳赤台沟组的加积（中更新世早期的倒数第三次冰期）与切割（中更新世中期的倒数第二次间冰期）、三岔河组的堆积（中更新世晚期的倒数第二次冰期与末次间冰期）以及昆仑河—格尔木河河谷的近期切割与堆积即 4 级低阶地的形成（晚更新世中晚期与全新世的末次冰期与冰后期），主要不应是昆仑山隆升与柴达木盆地断陷的结果，而可能是冰期与间冰期的气候冷暖与干湿交替变化所引起的侵蚀与搬运能力变化的结果。

③ 既然早更新世中晚期昆仑河—格尔木河河谷已经切割到其现今谷底的位置，那么早在 1.27 ~1.42 Ma BP 之前，昆仑山、布尔汗布达山与柴达木盆地的相对关系，就已经具有现今的面貌。也就是说，昆仑山、布尔汗布达山和青藏高原腹地的隆升在此之前已基本完成，甚至早在第四纪之前已经基本完成。同样，昆仑河谷地不应是在 0.7 ~0.65 Ma BP 的昆—黄运动主幕断陷而成的，西大滩谷地也不是在 0.65 ~0.6 Ma BP 的昆—黄运动续幕由布尔汗布达山顶断陷成的（笔者在西大滩谷地南半部的东昆仑山主脊北麓的 3 条现代冰川外围，均发现了倒数第三次冰期冰碛与冰水堆积小丘的遗迹）。

④ 在 1.27 ~1.42 Ma BP 之前的早更新世中晚期，昆仑河—格尔木河谷已下切到现今的谷底，其海拔高度在横穿布尔汗布达山处为 3 300 m，低于该处的布尔汗布达山主脊（普遍在 5 000 ~5 700 m 之间）2 000 m 左右或更多。因此可以说，昆仑山和青藏高原腹地相对于柴达木盆地的大幅度隆升至少应发生于 1.27 ~1.42 Ma BP 的早更新世中晚期之前甚至更早，而不是发生在 1.1 ~0.6 Ma BP 的昆—黄运动。这也为从地貌学与第四纪地质学角度讨论青藏高原到底是第四纪时期，还是更早的新近纪时期已上升到相当甚至接近现今高度的争论[14~17]，从另一个侧面提供了有意义的线索。

参 考 文 献

[1] 吴锡浩，钱方. 格尔木河水系河谷地貌 [A]. 见：地质部青藏高原地质文集编委会. 青藏高原地质文集 4——第四纪地质 · 冰川 [C]. 北京：地质出版社，1982. 71 ~86.
WU Xi-hao，QIAN Fang. Geomorphology of drainage valleys along the Golmud River [A]. In：The Editorial Committee on the Qinghai-Tibet Plateau Geological Paper，MGMR. Contributions to the geology of the Qinghai-Tibet Plateau 4：Quaternary geology and glaciology [C]. Beijing：Geological Publishing House，1982. 71 ~86.

[2] 吴锡浩，钱方，浦庆余. 东昆仑山第四纪冰川作用 [A]. 见：地质部青藏高原地质文集编委会. 青藏高原地质文集 4——第四纪地质 · 冰川 [C]. 北京：地质出版社，1982. 1 ~28.

WU Xi-hao, QIAN Fang, PU Qing-yu. Quaternary glaciogeology of the eastern Kunlun Mountains [A]. In: The Editorial Committee on the Qinghai-Tibet Plateau Geological Paper, MGMR. Contributions to the Geology of the Qinghai-Tibet Plateau 4: Quaternary geology and glaciology [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1982. 1 ~ 28.

[3] Kuhle M. The problem of a Pleistocene inland glaciation of the northeastern Qinghai-Tibet Plateau [M]. Beijing: Science Press, 1987. 250 ~ 315.

[4] 施雅风，郑本兴，李世杰. 青藏高原的末次冰期与最大冰期——对 Kuhle M 的大冰盖假设的否定 [J]. 冰川冻土，1990，12 (1)：1 ~ 16.

SHI Ya-feng, ZHENG Ben-xing, LI Shi-jie. Last glaciation and maximum glaciation in Qinghai-XizangPlateau: A controversy to ice sheet hypothesis of Kuhle M [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 1990, 12 (1): 1 ~ 16.

[5] 朱允铸，钟坚华，李文生，等. 柴达木盆地新构造运动及盐湖发展变化 [M]. 北京：地质出版社，1994. 26 ~ 27.

ZHU Yun-zhu, ZHONG Jian-hua, LI Wen-sheng, et al. Neotectonic movement in the Qaidam Basin and development of saline lakes [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994. 26 ~ 27.

[6] 崔之久，伍永秋，刘耕年，等. 青藏公路昆仑山垭口天然剖面记录 [A]. 见：施雅风，李吉均，李炳元. 青藏高原晚新生代隆升与环境变迁 [C]. 广州：广东科技出版社，1998. 81 ~ 114.

CUI Zhi-jiu, WU Yong-qiu, LIU Geng-nian, et al. The record of natural section at the Kunlun Pass [A]. In: SHI Ya-feng, LI Ji-jun, LI Bing-yuan. Uplift and environmental changes of Qinghai-Tibet Plateau in the Late Cenozoic [C]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1998. 81 ~ 114.

[7] 崔之久，伍永秋，刘耕年，等. 关于"昆仑—黄河运动" [J]. 中国科学 (D 辑)，1998，28 (1)：53 ~ 59.

CUI Zhi-jiu, WU Yong-geng, LIU Geng-nia, et al. On Kunlun-Yellow River tectonic movement [J]. Science in China (Series D), 1998, 41 (6): 592 ~ 600.

[8] 王岸，王国灿，向树元. 东昆仑山东段北坡河流阶地发育及其与构造隆升的关系 [J]. 地球科学——中国地质大学学报，2003，28 (6)：675 ~ 679.

WANG An, WANG, Guo-can, XIANG, Shu-yuan. Characteristics of river terraces in north slope of eastern Kunlun Mountains and their relationship with plateau uplift [J]. Earth Science——Journal of China University of Geosciences, 2003, 28 (6): 675 ~ 679.

[9] 赵希涛，吴中海，刘琦胜. 第四纪地质 [A]. 见：吴珍汉，胡道功，吴中海，等. 青藏高原中段活动断层及诱发地质灾害 [C]. 北京：地质出版社，2005. 36 ~ 80.

ZHAO Xi-tao, WU Zhong-hai, LIU Qi-sheng. Quaternary geology [A]. In: WU Zhen-han, HU Dao-gong, WU Zhong-hai, et al. On active faults and hazards posed by active faulting in the vicinity of the Golmud-Lasa railway route across the Tibet Plateau [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2005. 36 ~ 80.

[10] Owen L A, Finkel R C, Ma H, et al. Late Quaternary landscape evolution in the Kunlun Mountains and Qaidam Basin, northern Tibet: A framework for examining the links between glaciation, lake level changes and alluvial fan formation [J]. Quaternary International, 2006, 154/155: 73 ~ 86.

[11] 赵希涛，郑绵平，李道明. 青海格尔木三岔河组年龄测定与昆仑古湖发育 [J]. 第四纪研究，2009，29 (1)：89 ~ 97.

ZHAO Xi-tao, ZHENG Mian-ping, LI Dao-ming. Dating of the Sanchahe Formation and development of Paleolake Kunlun in Golmud City, Qingha Province [J]. Quaternary Sciences, 2009, 29 (1): 89 ~ 97.

[12] Wang A, Smith J A, Wang G, et al. Late Quaternary river terrace sequences in the eastern Kunlun Range, northern Tibet: A combined record of climatic change and surface uplift [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2009, 34: 532 ~ 543.

[13] 钱方. 青藏高原晚新生代磁性地层研究 [J]. 地质力学学报，1999，5 (4)：22 ~ 34.

QIAN Fang. Study on magneto-stratigraphy in Qinghai-Tibetan plateau in Late Cenozoic [J]. Journal of Geomechanics, 1999, 5 (4): 22 ~ 34.

[14] 江万，莫宣学，赵崇贺，等. 矿物裂变径迹年龄与青藏高原隆升速率研究 [J]. 地质力学学报，1998，4 (1)：13 ~ 18.

JIANG Wan, MO Xuan-xue, ZHAO Chong-he, et al. Mineral fission-track dates and research on uplifting velocity of Qinghai-Tibet Plateau [J]. Journal of Geomechanics, 1998, 4 (1): 13 ~ 18.

[15] 李吉均，文世宣，张青松，等. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨 [J]. 中国科学，1979，(6)：608～616.

LI Ji-jun, WEN Shi-xuan, ZHANG Qing-song, et al. A discussion on the period, amplitude and type of the Qinghai-Xizang Plateau [J]. Science in China, 1979, (6): 608～616.

[16] 赵希涛. 青藏高原隆起幅度估算方法评述 [A]. 见：中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题 [C]. 北京：科学出版社，1981. 167～175.

ZHAO Xi-tao. An estimation of the uplifting amplitude of the Qinghai-Tibet Plateau [A]. In: The Comprehensive Scientific Expedition of Qinghai-Tibet Plateau, China Academy of Science. Studies on the period, amplitude and type of the uplift the Qinghai-Tibet Plateau [C]. Beijing: Science Press, 1981. 167～175.

[17] 赵希涛，胡道功，张永双. 四川攀枝花昔格达组下伏砾石层成因和时代探讨与古金沙江河谷发育 [J]. 地球学报，2008，29 (1)：1～12.

ZHAO Xi-tao, HU Dao-gong, ZHANG Yong-shuang. An approach to genesis and age of the gravels buried in the Sigeda Formation of Panzhihua City, Sichuan, China, and valley development of the ancient Jinsha River [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2008, 29 (1): 1～12.

DISCOVERY OF THE EARLY PLEISTOCENE KUNLUNHE CONGLOMERATE IN GOLMUD OF QINGHAI PROVINCE AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

ZHAO Xi-tao[1], HU Dao-gong[2], WU Zhong-hai[2],
LIU Qi-sheng[2], ZHANG Yao-ling[2,3], XUE La-mei[3]

(1. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Science, Beijing* 100029, *China*;
2. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, Beijing* 100081, *China*;
3. *College of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing* 100083, *China*)

Abstract: The Kunlun River originating in the Kunlun Mountains is one of main tributaries of the Golmud River. The reported Neocene and Quaternary strata are mainly distributed in the Kunlun Pass area, whereas in the valley of the Kunlun-Golmud River only occur the strata younger than the Middle Pleistocene. Therefore, a conception of the "Kunlun-Huanghe movement" was proposed for the time span of 1.1 to 0.6 Ma. In this paper we report the discovery of over 20m of Ca-cemented fluvial gravels in the valley of Kunlun River, named the Kunlunhe conglomerate. Its distribution, the unconformity with such overlying strata as the Nachitaigou Formation, the Sanchahe Formation and the deposits on lower terraces, as well as the ESR dating of the Ca-cemented gravels (1042 ± 104 ka and 1269 ± 126 ka), all suggest that the Kunlun-Golmud River valley had been formed before 1.27 ~ 1.42 Ma, and cut deeply down to its present bottom. After that, The repeated incisions and accumulations after that were not due to tectonic movements, but to erosion and movement caused by climatic changes during the glacial-interglacial periods. Furthermore, the strong uplift of the Kunlun Mountains with respect to the Qiadam Basin should occur before at least 1.27 ~ 1.42 Ma.

Key words: ESR dating; Early Pleistocene; gravels; uplift; valley development; Kunlun River; Kunlun Mountains