

# 希夏邦马峰东南富曲河谷的 冰川沉积和冰川构造<sup>①</sup>

郑本兴 沈永平 焦克勤

(中国科学院兰州冰川冻土研究所 兰州 730000)

**提 要** 在希夏邦马峰(海拔 8012m)东南富曲河谷,中更新世以来有三次冰期:即聂拉木、富曲和普罗冰期。它们均可再分为两个亚阶段。聂拉木南的高冰碛平台长 3.5km,宽 1.5km,厚 200m。属于中更新世聂拉木冰期(聂拉木冰期)的巨大山谷冰川沉积,中尼公路从高冰碛平台尾端通过,形成数公里长的冰碛剖面,呈现出美丽多姿的冰川成因类型沉积和冰川构造现象,包括冰下,冰上融出碛,冰内,冰下河道沉积,冰湖沉积,坠碛,流碛等。冰川运动时造成的冰川构造,如断层、滑动面……等也很清楚,代表了海洋型(暖冰川)冰川沉积和冰川构造特征,是中国目前研究冰川构造最理想的场所。

**关键词** 冰川沉积 冰川构造 希夏邦马 富曲

**第一作者简介** 郑本兴 男 61岁 研究员 冰川沉积

## 0 前言

中国冰川沉积的成因分类与冰川构造的研究是最近三十年中逐步发展起来的。1964年希夏邦马峰登山科学考察队研究了山麓冰川冰碛,前进型的山谷冰川终碛和稳定型山谷冰川终碛及其粒度和磨圆度的特征<sup>[1]</sup>。1974年,郑本兴在新疆南疆铁路(吐鲁番—库尔勒)奎先大坂地区冰碛地层的物理力学性质测试工作中划分出原生冰积(融出碛),冰湖相沉积、冰下河流沉积、冰水冰碛和坡积冰碛等类型<sup>②</sup>。并根据扎亥萨拉冰碛隧道沿线的钻孔岩芯绘制出冰川沉积构造剖面<sup>[2,3]</sup>,1973—1979年进行的西藏冰川考察和总结<sup>[4]</sup>;1979—1980年对天山乌鲁木齐河冰川侵蚀和堆积作用的专题考察<sup>[5]</sup>,都涉及到中国西部冰川沉积特征的研究<sup>[6-8]</sup>。

本文以希夏邦马东南富曲河谷为典型例子,讨论该区的冰川沉积特征与冰川构造问题。

## 1 冰川沉积的特征与分布

富曲河发源于希夏邦马峰南坡的富曲冰川,融水流向东南于聂拉木汇入波曲,最后经逊可西河、恒河入印度洋(图1)。

① 本文在1993年加拿大里贾纳举行的国际冰川构造与冰川沉积制图会议上宣读。

② 郑本兴,陶克清等,1974,1979,南疆铁路天山越岭段冰碛地层的物理、力学性质研究报告,打印本。

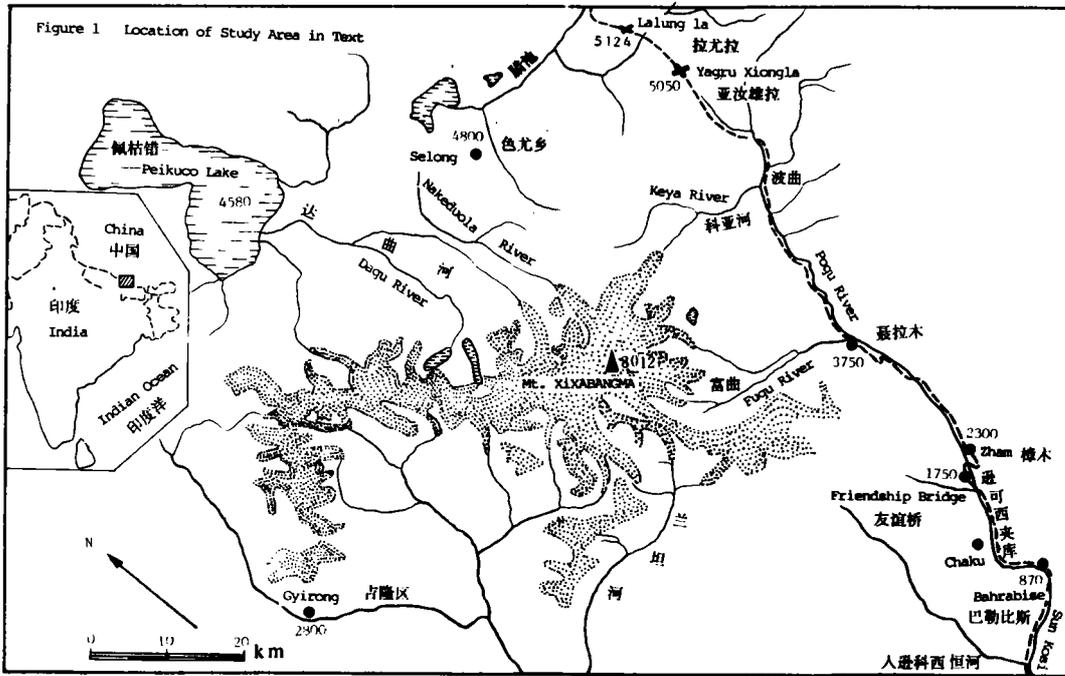


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location of Study Area in Tibet

1964年希夏邦马峰登山队科考队曾到此作过短期考察,中尼公路通车后,到此考察冰川沉积与第四纪地质的学者更多,本区成为研究西藏地貌,西藏冰川和西藏第四纪地质等的典型地区<sup>[9-12]</sup>。在富曲河谷现代冰川外围有丰富的冰川沉积,现分别就其分布特征,形成时代讨论于后。

### 1.1 不同时代的冰川沉积

希夏邦峰地区更新世发生过四次冰川作用,从老到新命名为希夏邦马冰期、聂聂雄拉冰期、珠穆朗玛冰期 I (基龙寺冰期)和珠穆朗玛冰期 II (绒布寺冰期)<sup>[13-16]</sup>分别相当于北美大陆的内不那斯加(Nebraskan)、堪山(Kansan)、伊利诺安(Illinoian)和威斯康星(Wisconsin)冰期<sup>[17]</sup>。

本区冰川规模以聂聂雄拉冰期最大,冰碛物充满了整个富曲河谷,将希夏邦马冰期的冰川沉积破坏殆尽,因此富曲河谷中目前只存在中更新世以来的三次冰川作用遗迹和全新世的一系列终碛垅(图 2)。现从新到老分述于下:

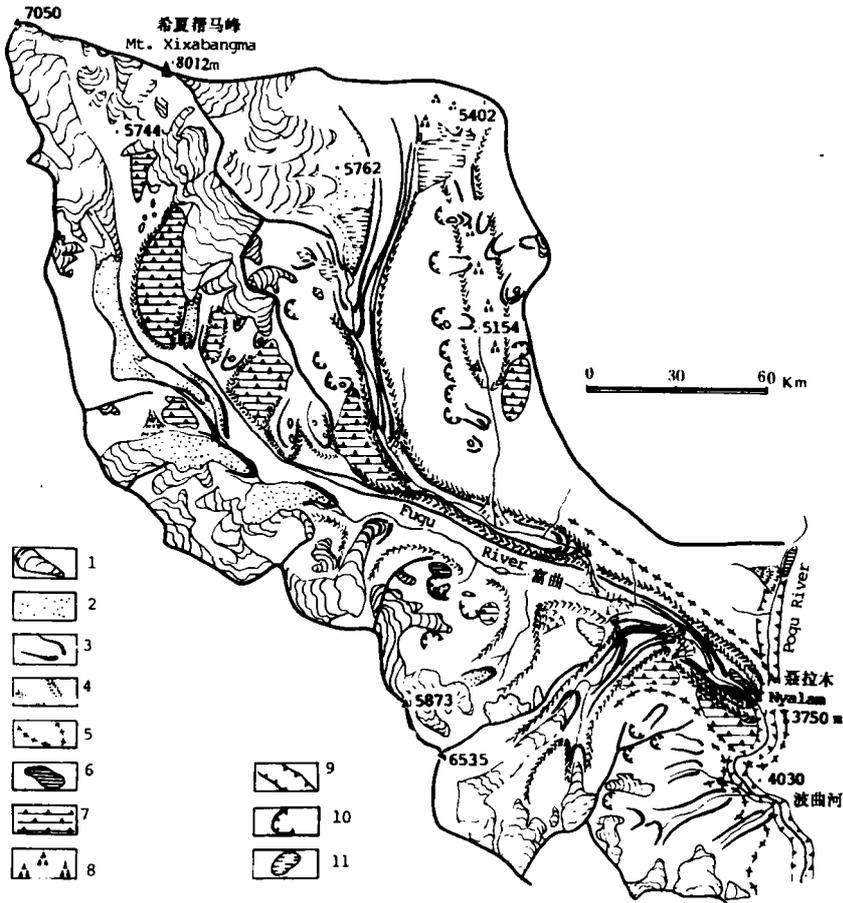
#### 1.1.1 全新世冰川沉积

##### 1) 现代冰川与小冰期终碛垅

富曲河流域共有冰川 59 条,其中富曲冰川长 16.2km,面积 30.5km<sup>2</sup> 末端海拔 5000m,冰川中下部布满表碛,埋藏冰舌区占总面积的 29.5%<sup>[18]</sup>,1987 年中尼联合喜马拉雅山冰川湖溃决洪水调查队考察冰川时,该冰川长 14.1km,面积 30.29km<sup>2</sup>,末端已上升到 5030m<sup>[19]</sup>。

17-19 世纪小冰期的冰碛物新鲜、松散,其下仍有死冰,表面未生长植被,一般距离冰

川末端数百米至 2km。小冰期最盛时,冰川前进,推挤在新冰期冰碛上。



1. 现代冰川 2. 表碛覆盖区 3. 末次冰期以来的冰碛垅 4. 富曲冰期冰碛垅 5. 聂拉木冰期冰川边界  
6. 冰水阶地 7. 聂拉木冰期高冰碛平台 8. 冰碛丘陵 9. 峡谷 10. 古冰斗 11. 湖泊

图 2 希夏邦马峰东南坡富曲河谷的第四纪冰川沉积分布图

Fig. 2 Distribution of Quaternary Glacial Deposits in

Fuqu River Valley on the Southeast Slope of Mt. Xixabangma

2) 新冰期终碛垅, 位于现代冰川外缘冰碛, 长满灌木, 以支沟达拉曲为例有三道新冰期终碛垅分别位于海拔 4260m、4340m 和 4760m。

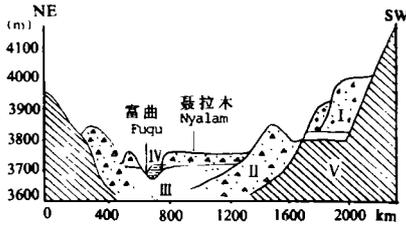
#### 1. 1. 2 更新世冰期的冰碛和间冰期沉积

1) 末次冰期的终碛垅形态完好, 位于聂拉木与普罗村之间的河谷北面, 可分出两道终碛分别为海拔 3800m 和 3860m, 高出河床约 60m。两终碛内的平坦洼地, 已开垦为农田。已命名为普罗冰期可与白玉冰期或维斯康星冰期相比。

2) 倒数第二次冰期的冰碛以聂拉木附近高低侧碛为代表, 它们位于 U 型谷中, 沿河延伸约 4km。低侧碛底部为间阶段的河流砾石层(图 3)。侧碛表层都发育了褐色土。被命名富

曲冰期相当于古乡冰期或堪山冰期。

3) 聂拉木高冰碛平台: 聂拉木城南的高冰碛平台长 3.5km, 宽 1.5km, 由于长期侵蚀, 靠波曲河岸一段被切割(图 4, 素描), 从公路切开的剖面看出 200m 厚的冰碛层复盖在半胶结的河流相砾石层之上, 一般砾石层出露厚度为 3m, 有地地段更厚, 砾石层之下为黑云母角闪岩、片麻岩基座, 现今波曲河已从基座下切约 150m。



I. 聂拉木冰碛台地 II. 富曲冰期的侧碛 III. 富曲间冰段冰水沉积 IV. 全新世冲积层 V. 基岩

图 3 聂拉木富曲河冰川地貌剖面图

Fig. 3 Profile showing and morphology of the Fuqu River Valley

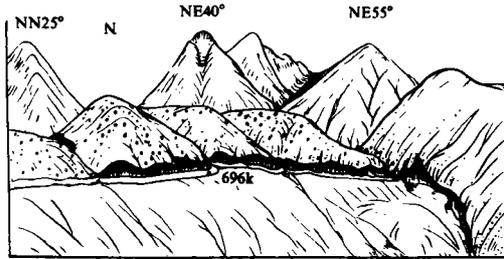
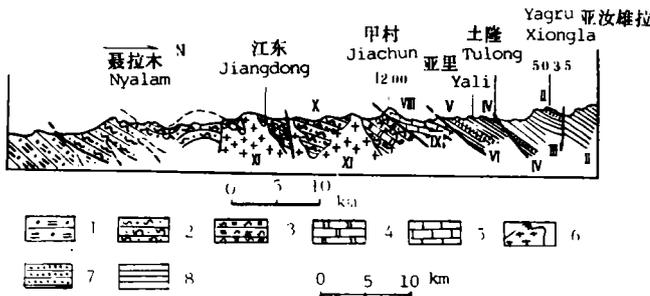


图 4 从聂拉木南面北望高冰碛台地公路旁的地质剖面素描, 1989. 9. 19 郑本兴绘

Fig. 4 High moraine platform and outcropped profile views from south of Nyalam on Sept. , 19, 1989, Sketch by Zheng Benxing

在平台的顶部稍有起伏, 西段高处海拔 4000m, 高出聂拉木约 300m。顶部另星出露大漂砾, 从以上冰碛剖面的粘土矿物等分析, 中更新世冰期后有若干气候上的冷暖变化<sup>(20)</sup>。高平台西段北侧尚见到比高平台低约 40m 的台地。表层出露红色古土壤层, 厚约 30cm, 下面还有铁锰结核, 由于这两级冰碛平台都经受过大间冰期湿热气候的影响, 我们认为代表一次冰期中的两个阶段, 称之为聂拉木冰期可与 Mindle 冰期和 Illinoian 冰期相比。



1. 石榴石片岩 2. 变斑晶混合岩 3. 白云片麻岩 4. 大理岩 5. 石灰岩 6. 花岗岩 7. 砂岩 8. 页岩  
I. 侏罗系 II. 三叠系 III. 石炭一二叠系 IV. 泥盆系 V. 志留系 VI. 奥陶系  
X. 寒武—奥陶系浅变质岩系 X. 前寒武变质岩系 XI. 喜马拉雅期花岗岩

图 5 西藏聂拉木地区地质剖面(据常承法, 郑锡澜, 1974)

Fig. 5 Geological Section of Nyalam Region, Tibet(From Chang. C. et al. , 1974)

4) 早更新世的间冰期河流相沉积

在聂拉木冰碛平台下的砾石层,经 1984 年深入工作,发现在公路 695km+600m 处有厚达 20m 的河流沉积,夹于基岩和冰碛之间,砾石成分为花岗岩、片麻岩、砂岩、泥岩等。其中见有腕足类、瓣鳃类化石,被鉴定为源于亚里土隆一带的石炭二叠纪地层中(图 5)。因此表明当时波曲河上游的分水岭应在土隆一带,目前波曲河上游的分水岭已溯源侵蚀到聂拉雄拉南侧的侏罗纪砂岩、灰岩地层中<sup>[21,22]</sup>。

从该河流相砾石层间的砂层中分析出大量象日豆(Enterolobium)孢粉,一种典型的热带乔木。故本层属于早更新世的间冰期沉积物。

## 1.2 冰期对比问题

在希夏邦马峰东南坡聂拉木地区及西南的兰坦河谷,古冰川遗迹非常丰富,已发表了诸多有关第四纪冰川作用的论文<sup>[23-26]</sup>。现根据冰川地貌形态、古土壤及冰川沉积的相关测年资料可与青藏高原、兰坦河谷的第四纪冰期进行对比(见表 1)。

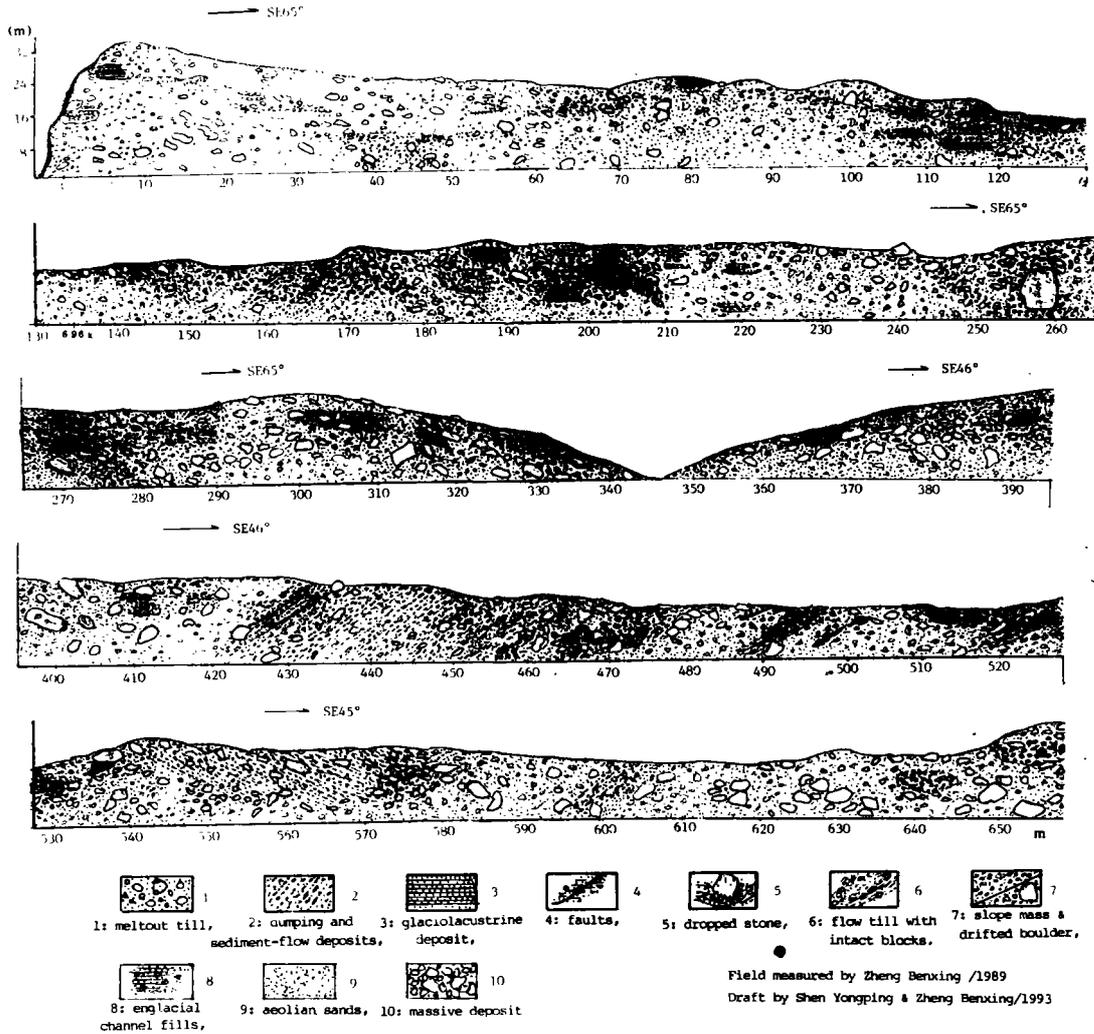
表 1 希夏邦马峰南坡第四纪冰期对比表

Table 1 Correlation of Quaternary glaciation on the southern slope of the Mt. Xixabangma

时 间 (10 <sup>2</sup> aBP)		青 藏 高 原		聂 拉 木 地 区		兰 坦 河 谷	
全 新 世	冰 后 期	5	小冰期	2~3 道现代终碛 150~440aBP	现代终碛垅	雅拉 I AD 1910 雅拉 I <550 BP	
		25	新冰期	海螺沟冰进 940±85~780±90aBP 若果冰进 1920±110~1540±85aBP 雪当冰进 2980±150 aBP 柴测冰进 3983±120 aBP	达拉曲的终碛垅: 海拔 4700m 终碛 海拔 4300m 终碛 海拔 4260m 终碛	兰西夏谷地冰碛 550±70 aBP 拉龙卡冰碛 2980±110 aBP 芒朵冰碛 3860±110 aBP	
		50	高温期	冰碛上的古土壤 4621±92 aBP	康山桥剖面	兰坦河上游古土壤	
		75	早期	古里雅冷期 8134±167aBPm			河漫滩阶地下部
晚 更 新 世	末 次 冰 期	250	主期	西昆仑南坡、冰碛垅 21046±716~16150±533aBP	普罗冰期	果拉塔贝拉冰期 (末次冰期)	
		500	间冰段	甜水海湖相 <sup>14</sup> C 36750±3200~46400±2970aBP	间冰段棕色古土壤		
		700	早期	普鲁风成砂 TL 66700±3300 年前	普罗冰期		
		1300	末次 间冰期	阿什火山爆发 K/Ar 120,000aBP	棕色古土壤	末次间冰期红色古土壤	
中 更 新 世	7300	倒数第二次 冰 期	布拉克巴什冰期 TL 206,000±1700aBP	富曲冰期,聂拉木附近的 低侧碛和高侧碛	马拉冰期		
		大同冰期	红色古土壤	红色古土壤	大同冰期,红色古土壤		
		聂拉雄 拉冰期	玉龙喀什冰期较老冰碛台地 TL>330,000±4600aBP	聂拉木冰期 高冰碛平台	高冰碛台地		
早 更 新 世	24000	间冰期	红色科亚砾岩	红色科亚砾岩			
		希夏邦 马冰期	希峰北坡最老的冰碛平台 5700~6200m  贾巴砾岩,羌塘组	科亚河的 红色科亚砾岩			

## 2 冰川沉积构造特征

冰川沉积过程对冰碛物的性质和特征有着深刻的影响,不同的沉积过程形成不同的冰川结构。因而,冰碛的构造它不仅反映冰川沉积过程,而且反映出冰川的水热条件和动力状态<sup>[27-29]</sup>。



- 1. 融出砾; 2. 滑塌和流砾; 3. 冰湖相沉积; 4. 断层; 5. 坠石; 6. 具有完整块体滑动的流砾;
- 7. 坡积冰碛与漂砾; 8. 冰内河道沉积; 9. 风成砂; 10. 块体构造沉积

图6 西藏聂拉木南高冰碛台地典型冰川沉积构造剖面图

Fig. 6 A Cross-section of Typical Feature of Glacial Deposit at High Moraine Platform, South of Nyalam, Tibet

聂拉木以南的高冰碛平台,沿中尼公路边缘开挖了一套完整的冰碛剖面,1984年和

1989年我们详细的实测了这条剖面(图5)。整个砾剖面约200m厚,剖面是在冰碛平台的东侧,面对波曲河深切峡谷。剖面靠近下覆基岩、新鲜露头10~30m厚,两次实测长约1000m,典型地段位于中尼公路695~696km路标附近(图6)。根据野外观测,其冰碛类型分为融出碛、流碛、滞碛、冰湖相沉积和冰下河道沉积。沉积结构上可以分出无结构性沉积,团块构造,透镜体构造,定向排列的层状构造、不连续层状(Discontinuous laminae),变形构造,劈理构造、层状斜坡构造、交错层理、粗分选构造等。这些沉积类型和构造特征反映了当时冰川的沉积过程和形成时的冰川水热动力条件。

融出碛(melt-out till)可以由冰上融出(Superglacial melt-out)和冰下融出(Subglacial melt-out)过程来形成;冰下融出主要有死冰块的底部融化和温性冰川压融点下冰的融出。在死冰条件下,由于没有运动,在地温等影响下冰碛从冰川中融出时常保持原始组构,多呈层带状和富砾或泥质的团块体结构,比较致密。在活动性冰中,因压力变化和摩擦热作用,融化层运动使冰内碎屑释放,并能改变颗粒走向和增加致密。使粗颗粒物迁移于粗粒空间。因而在剖面中形成处于滞碛之上的,具有一定走向的排列的致密层状冰碛层。冰上融出主要是由于太阳辐射和穿透辐射,使冰内碎屑释放。由于冰水的有利排出,富含碎屑的物质被融化暴露出来。当冰面平缓时,原始组构扰动较小,冰碛无层理、分选差,属无结构性沉积,本剖面上有许多冰碛属于此类。但在冰面较陡时,由于地形和融水的参与,这样冰碛结构将发生很大变化,转换为其它类型冰碛。

滞碛(Lodgement till)是当冰川底部压力融化使岩屑释放并沉积和粘到冰床时,或由于冰川流速减小,使冰中碎屑不能带走时,形成冰川下的滞碛沉积。这种沉积常在冰床上形成一层冰碛。有时由于地形起伏,冰川不能侵蚀的地方就会发生滞卸碛。在聂拉木剖面中一些地段靠基岩和地形不平的底凹段常见有这种冰碛,它们一般呈层状,比较坚硬,粘粒物质含量高,并常具基质团块构造(照片)。

流碛(flow till),在整个剖面上表现明显,它主要是由于融水的参与,在地形和水压力影响下,大量原来的融出碛和其它冰碛发生团块流动和滑动,以及冰边缘抛卸作用(Dumping)等造成。在结构上呈包裹体、团块、层序、透镜体、层理、斜层理(照片)及粗分选等构造单元。其形成与含水量有很大相关,由于冰碛体大小和含水量多少和地形条件不同,它们的结构也就不同。含水量小时,团块构造和分选较差的基质结构明显,而在水量较大时,颗粒分选明显且层理和粒序结构增加。本剖面结构反映了当时消融强烈,融水较大的冰川性质及冰碛呈波状丘陵景观。

冰湖相沉积是由于冰前洼地,冰表面洼地和死冰消融凹地中融水形成小水洼和冰湖、当冰碛释放和搬运其中时,首先经过流水搬运和分选,然后沉积,形成层状的粒序沉积。另外,由于冰体向冰湖的崩解,形成许多浮冰体,冰碛随冰浮动搬运,融化时大石块迅速落入冰湖,形成坠石(Dropstone),它可使细粒层状和层理状沉积发生变形(照片),使原来物质向两侧挤压,并使细粒和砾石等绕石块定向分布排列。最大坠石(drop stone)直径达1m以上,大多在数十厘米,剖面中大量出现的水体沉积在冰碛剖面中形成透镜体,镶嵌构造和不连续层理状结构,反映当时融水强烈。

大量冰川融水的产生,不但在表面形成水洼和冰湖,而且在冰下形成冰下河道。在剖面695km+300m附近,冰碛层内夹有一个厚度2~5m厚的冰下河道沉积,呈蛇丘状,断续出露,冰下河沉积多为砂砾石沉积,具交错层理,砾石磨圆度很高。在冰川融化后,上覆冰碛的

下塌常使一些未固结的沉积发生挤压变形。

在一些冰湖砂层和粘细粒占优势的层状冰碛中,由于固结下陷和后期冰川推挤,层内常发生断裂构造(照片)、层位错开。另外,在冰碛体边坡的砾石风化和风吹作用,在冰碛剖面顶部沉积有边坡堆积和风成砂沉积。

通过以上沉积物结构和沉积过程的研究,冰川沉积相可以主要分为三种组合:(I)消融碛—消融抛卸流碛—冰湖沉积—滞碛组合;(II)流碛—抛卸碛—融出碛—滞碛组合;(III)冰下河流沉积—融出碛组合。滞碛集中于冰碛下部,细物质含量较大,反映底部运动磨蚀强烈和冰川运动速度快等特征,而上部的冰碛相组合则反映冰川水热条件为:(I)型组合反映冰川处于稳定和后退状态,冰湖和冰碛丘陵到处交替出现。冰湖中沉积了大量具层理的细砂层,反映冰川稳定。在砂层中,有许多大石块嵌入,破坏原层理,发生变形,这只有大浮冰块消融才能造成,反映冰川消融强烈,冰体崩解快;(II)型组合反映冰川消融强烈,水分参与;(III)型组合,说明当时冰下河道发育,巨厚呈蛇丘状夹于冰碛内,砾石磨圆度高,冰川消融强烈,水流急。以上反映冰川规模巨大、运动快、消融强烈、冰湖发育、冰下河道出现、冰体大量崩解,这样的情况一般多发育于海洋性冰川中。从而可与现代海洋性冰川区的气候状况对比,恢复当时的古环境状况。

收修改稿日期:1993-10-22

### 参 考 文 献

- [1] 郑本兴,1982,希夏邦马峰地区冰后期冰川进退的阶段特征,希夏邦马峰地区科学考察报告,177~191,科学出版社。
- [2] 陶克清,张雪中,1981,天山奎选达坂冰碛层的工程性质,工程勘察,6,48~51。
- [3] 郑本兴,1985,中国西部冰川沉积的若士现象,中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集,科学出版社,57~61。
- [4] 李吉均,郑本兴,杨锡金,谢应钦,张林源,马正海,徐叔鹰著,1986,西藏冰川,科学出版社,328。
- [5] 崔之久,王靖泰等,1983,天山乌鲁木齐河源冰川地貌与冰川沉积研究专辑,冰川冻土,(5),增刊。
- [6] 马秋华,1984,天山乌鲁木齐河源地区望峰冰碛的结构构造特征,冰川冻土,6(4):61~67。
- [7] 马正海,1980,天山和青藏高原等地冰碛物粒度组成的初步分析,冰川冻土,2,增刊,80~83。
- [8] 马正海,1982,我国西部冰川沉积物特征简述,中国地理学会冰川冻土学术会议论文选集(冰川学),科学出版社,107~115。
- [9] 施雅风,刘东生,1964,希夏邦马峰地区初步科学考察报告,科学通报,10,928~938。
- [10] 杨逸畴,李炳元,尹泽生,张青松,王富葆,1983,西藏地貌,科学出版社。
- [11] 中国希夏邦马登山科考队,1982,希夏邦马峰地区科学考察报告,科学出版社。
- [12] 李炳元,王富葆,杨逸畴,尹泽生,景可,1983,西藏第四纪地质,科学出版社。
- [13] 郑本兴,施雅风,1976年,珠穆朗玛峰地区第四纪冰期探讨,珠穆朗玛峰地区科学考察报告,(1966~1968)。第四纪地质,科学出版社。
- [14] Zheng Benxing, Li Jijun, 1981, \* Quaternary glaciation of the Qinghai—Xizang Plateau. Geological and Ecological Studies of Qinhai—Xizang Plateau. 2, 1631~1640.
- [15] 郑本兴,1986,喜马拉雅山的古冰川遗迹,见:李吉均、郑本兴等著,西藏冰川,科学出版社,195~210。
- [16] 施雅风,崔之久,郑本兴,1982,希夏邦马峰地区冰期探讨,希夏邦马峰地区科学考察报告,科学出版社,155~176。
- [17] Flint, R. F., 1971, Glacial and Quaternary Geology, John Wiley and Sons Inc. New York.
- [18] 郑本兴,1986,喜马拉雅山现代冰川,载李吉均,郑本兴等著“西藏冰川”,科学出版社,99~119。
- [19] Edited by Liu Chaohai and C. K. Sharmal, 1988, Report on first expedition to glaciers and glacier lakes in the Pumqu (Arun) and Poiqu (Bhote—Sun kosi) River Basins, Xizang (Tibet), Science Press Beijing.
- [20] 沈永平,焦克勤,1989,西藏聂拉木冰碛平台古土壤的发生学及环境的初步研究,冰川冻土,11(3):269~278。
- [21] Zheng B., 1988, Quaternary glaciation of Mt. Qomolangma—Xixabangma region, Geoljournal. 17(4):525~543.
- [22] 沈永平,郑本兴,焦克勤,1991,西藏聂拉木地区早更新世地层及其古地理环境,中国西部第四纪冰川与环境,292~298,科学出版社。
- [23] Zheng Benxing, Q. Watanabe and D. D. Mulmi, 1984, Glacier features and their variations in the Langtang Himal region of Nepal, Glacial Studies in Langtang Valley, Data Center of Glacier Research, Japanese Society of Snow and Ice. 121~127.

- [24] Ono Y. , 1984, Annual moraine ridges and recent fluctuation of Yala Glacier Lungtang Himal, *Glacial Studies in Langtang Valley* , Data Center of Glacier Research, Japanese Society of Snow and Ice. , 73~84.
- [25] H. Osmaston, 1989, Problems of the Quaternary geomorphology of the Xixabangma region in South Tibet and Nepal. *Z. Geomorph.* NF. 76, 147~180.
- [26] Takayuki Stiraiwa and Teiji Watanabe, 1991, Late Quaternary glacial fluctuations in the Langtang Valley, Nepal Himalaya, Reconstructed by relative dating methods, *Arctic and Alpine Research*, 23(4):404~416.
- [27] D. E. Sugden and B. S. John , 1976, *Glaciers and Landscape*. Edward Arnold, 367.
- [28] Aber J. S. , 1985, The character of glaciotectionism *Geologie en Mijnbouw* 64, 389~395.
- [29] Aber J. S. , Croot D. G. and Fenton M. M. , 1989, *Glaciotectionic landforms and structures* Kluwer Academic Publishers 200.

## Glacial Deposits and Glaciotectionics in Fuqu River Valley on the Southeast Slope of MT. Xixabangma

Zheng Benxing, Shen Yongping, Jiao Keqin

(Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences, 730000 Lanzhou P. R. China)

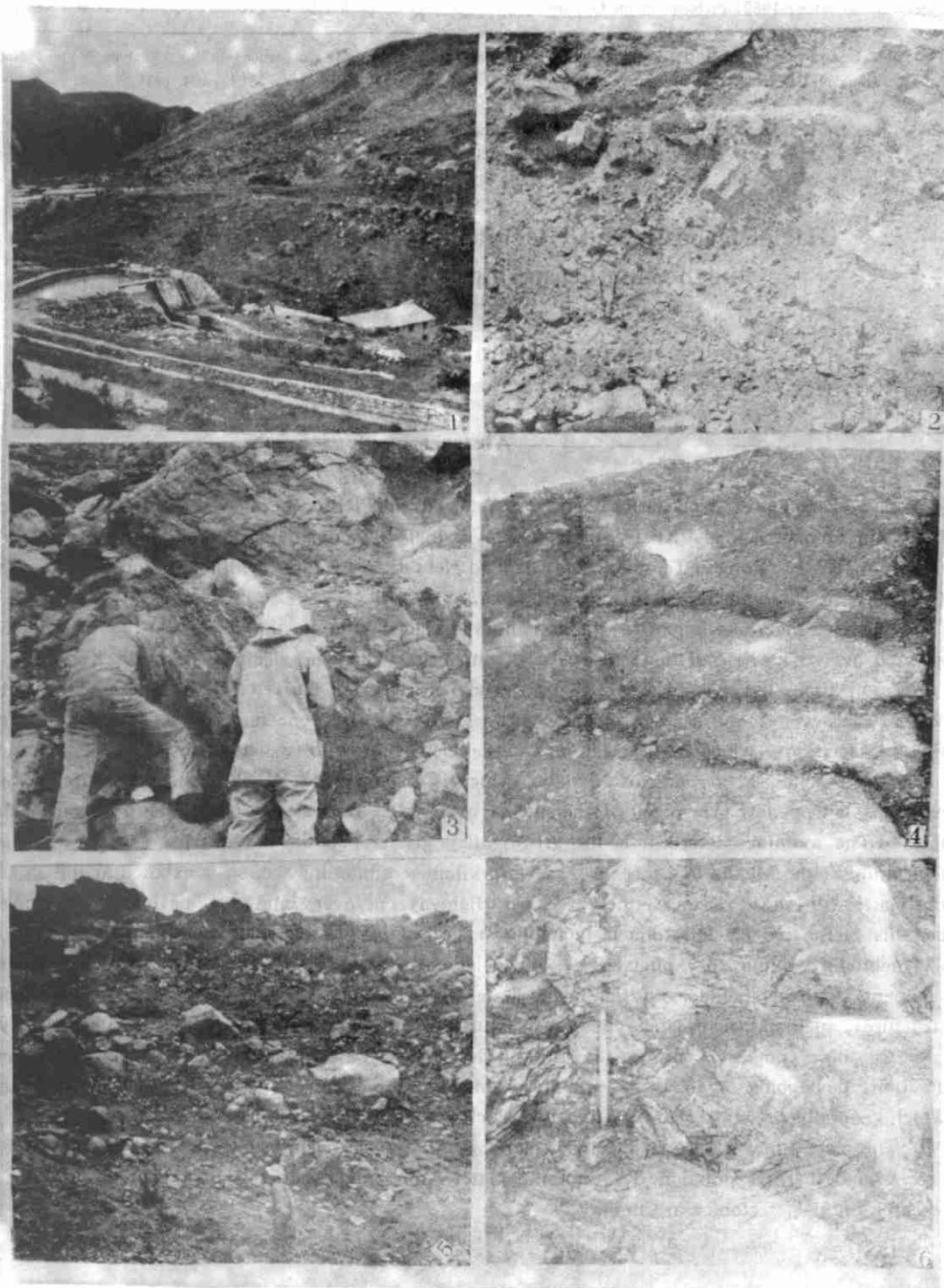
### Abstract

**ABSTRACT**—Four glaciations can be recognized, in Pleistocene of Mt. Xixabangma Region, from old to new named, Xixabangma, Nyanyaxungla, Qomolangma I (Jilong Temple) and Qomolangma I (Rongbu Temple), equivalent to Nebraskan, Kansan, Illinolian and Wisconsinian Glaciation in Mountain region in North America.

Nyanyaxungla Glaciation was the maximum in glacial extent in this region. At the time glaciers covered over the whole of the Fuqu valley, which destructed the glacial deposits in Xixabangma Glaciation almost completely. There is only glacial traces from the last three glaciations since the Middle Pleistocene, and a series of end moraines is in the Holocene they are Nyalam, Fuqu and Pulou Glaciations, which each glaciation can be also divided into two substages. A higher moraine platform is extended in south of Nyalam, which is 1.5km wide, 3.5km long and 300m above Nyalam, with yellow brown soil on the surface overlying a red paleosol layer, the till about 200m thick, The moraine platform is the great valley glacier deposits of Nyalam (Nyanyaxungla) Glaciation of the Middle Pleistocene, A several kilometers moraine section is exposed at the end of the platform because of the Chinese—Nepal Highway cut over, and may be observed complex deposits facies and glaciotectionics, including superglacial and subglacial meltout tills, flow till, logement till, dump till, englacial—subglacial meltwater channel deposits, glacial lacustrine sediments, dropping boulders of floating ice, deformation till. The glaciotectionic and depositional structures, such as thrust plane, collapse structure, sliding plane and so on, are also very clearly.

All these composites reflect the large scale of glacier, rapid movement of glacier, strong ablation, developing of glacial lakes and subglacial channels and avalancheing of ice bodies, all which generally occur at warm or martime glaciers.

The glacial facies and glaciotectionic marks represent a martime (warm) glacial depositional process and thermal situation. The moraine platform section is one of the most ideal field for research on glaciotectionics in China.



1. 西藏聂拉木附近的地貌,可见聂拉木南的高冰碛台地,富曲河谷两侧的高低侧碛水电站引水渠位于低侧碛上。;2. 融出碛;3. 冰碛层中的大漂碛;4. 流积;5. 水内河道沉积;6. 发生了变形的湖相沉积可见到坠石。以上照片均为郑本兴所拍。