

青藏高原第四纪冰期年代研究的新进展

——以西昆仑山为例*

郑本兴 焦克勤 李世杰

(中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州 730000)

刘 嘉 麒

(中国科学院地质研究所, 北京 100011)

关键词 西昆仑山、第四纪冰期、年代序列

过去对青藏高原第四纪冰川遗迹进行了大量调查的基础上划分出 3—5 次冰期, 主要是以构造地貌和大的气候旋迴为依据, 冰碛时代多采用地层对比法, 缺少绝对年龄。1985—1987 年间我们对位于新疆和田、于田以南, 新藏公路甜水海以东至克里雅山口之间的西昆仑山进行了详细的考察, 对同时代的冰碛、湖相沉积、火山熔岩、黄土和风沙样品, 经 ^{14}C 、热释光(TL)等测年, 获得了更新世以来冰碛与第四纪地层的一系列年代数据, 这对青藏高原第四纪冰期划分与对比工作是一次重要进展。

一、中更新世以来的冰川沉积与冰期

本区经 1976、1985 和 1987 年三次野外考察确定出中更新世以来有三次冰期, 曾命名为昆仑冰期、泉水沟冰期和冰水沟冰期^[1-3]。按照有测年资料的典型区的冰川遗迹现重新命名为中更新世的玉龙喀什冰期和布拉克巴什冰期, 晚更新世末次冰期(里田冰期)和全新世新冰期的崇测冰进。有关冰川遗迹和分布范围见图 1。

1. 新冰期崇测冰进 在西昆仑山南坡崇测冰帽和崇测山谷冰川外围现代终碛与新冰期终、侧碛是比较清楚而且已测得年代, 在崇测冰帽南缘大小冰湖间的终碛距冰川边缘 200m, 其形成年代为 $^{14}\text{C} \ 2720 \pm 85 \text{a B.P.}$, 在崇测山谷冰川现代侧碛垒外面两道长草的侧碛垒, 其年代分别为 $^{14}\text{C} \ 3522 \pm 117 \text{a B.P.}$, $3983 \pm 120 \text{a B.P.}$ 。从而可以看出西昆仑山新冰期冰进可能比藏东南早 1000 年。我们命名为新冰期崇测冰进。

2. 末次冰期-里田冰期终碛 1985 年在西昆仑山南坡里田河谷观察到海拔 5280—5306m 处, 有高 26m, 宽 500m, 长 700m 的终碛垒, 其形成年代为 $^{14}\text{C} \ 16150 \pm 553 \text{a B.P.}$ 。属于末次冰期, 与 1981 年确定的冰水沟冰期相当, 因有确切年代数据, 现命名为里田冰期。在崇测冰帽外海拔 5720m 处的终碛垒, 年代为 $^{14}\text{C} \ 21046 \pm 716 \text{a B.P.}$, 在崇测冰川外围末次冰期的终碛垒有两道, 内终碛外侧的湖相层形成于 $^{14}\text{C} \ 14930 \pm 370 \text{a B.P.}$ 。外列终碛超复推挤在间

本文 1989 年 5 月 29 日收到。

* 国家自然科学基金资助项目。

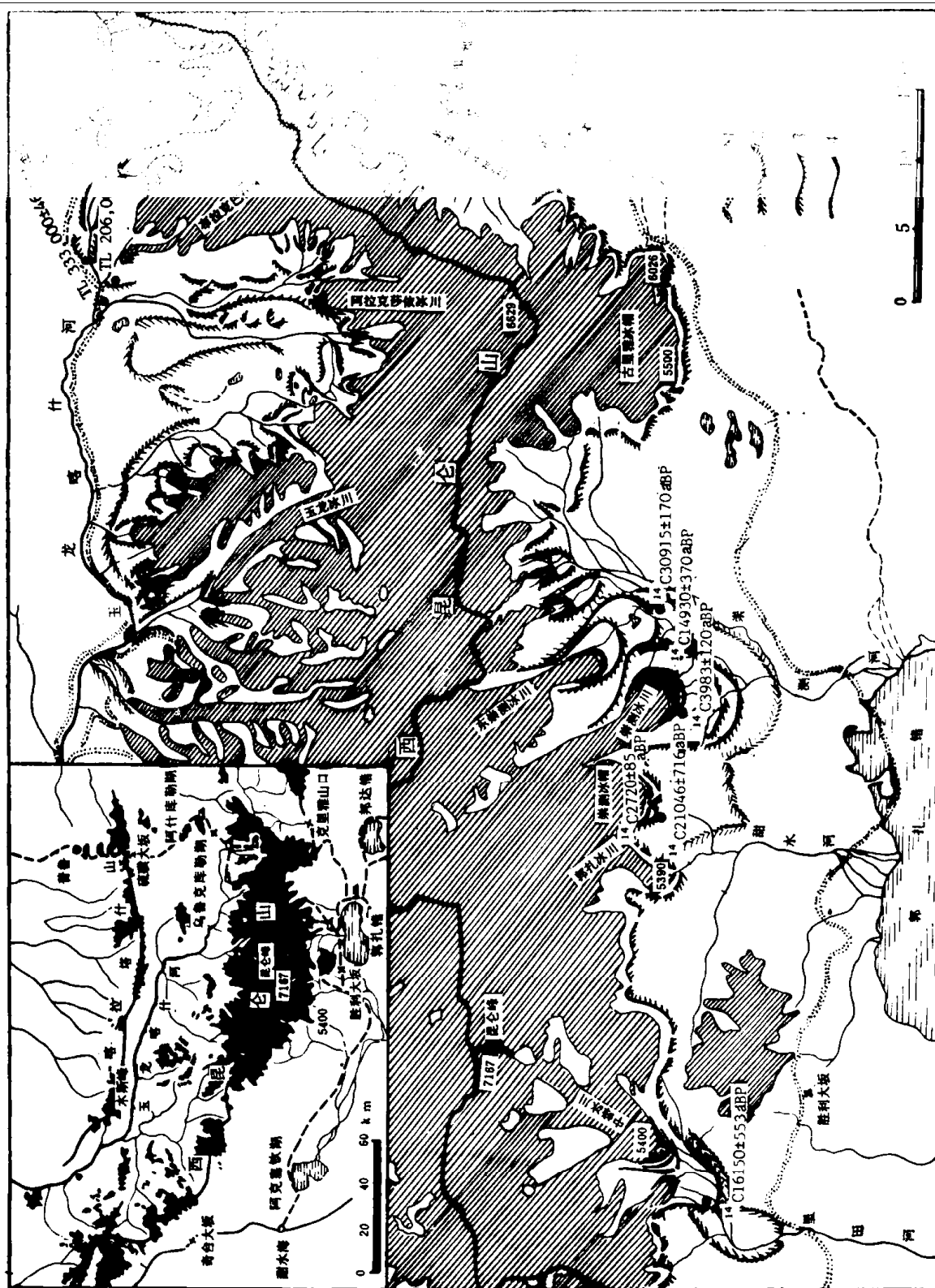


图 1 西昆仑山第四纪冰川分布图

1. 玉龙喀什冰期冰川下限; 2. 布拉克巴什冰期冰川下限; 3. 末次冰期(里田冰期)冰碛线; 4. 新冰期以来的冰碛线。

冰阶段湖相沉积之上,已发生推挤变形的湖相层为 ^{14}C $30915 \pm 1700\text{a B.P.}$ 表明末次冰期最盛期小于三万年。

3. 布拉克巴什冰期-较老冰碛台地 玉龙喀什河上游,在布拉克巴什河与西面古羊背岩之间,有一个冰碛台地,宽 300—600m,长 1.6km,高 30—40m,组成岩石为花岗岩、板岩等,表面露出直径为 1—3m 的大漂砾,花岗岩漂砾已受风化,它与河东的末次冰期弧形终碛垄(^{14}C $18250 \pm 625\text{a B.P.}$)有很大差别。离地表 60cm 深处的冰碛砂,经热释光(TL)测年为距今 $206 \pm 17\text{ka}$,属于中更新世晚期(图 2)。

4. 玉龙喀什冰期-老冰碛平台 布拉克巴什河与玉龙喀什河汇口处以下的河谷南岸,有宽 1—3km,长 24km 的老冰碛平台,直抵海拔 4700m 峡谷处,该平台表面平坦,有许多花岗岩——大漂砾露出地表,漂砾表面受到强烈风化,距地表 80cm 深处的冰碛砂样,经热释光(TL)测年为距今 $333 \pm 46\text{ka}$,属中更新世中期。



图 2 西昆仑山北坡玉龙喀什河上游老冰碛台地(郑本兴摄)



图 3 西昆仑山的阿什山火山,1951年5月27日曾经爆发(郑本兴摄)

二、西昆仑山的火山、河湖相、黄土、风沙年代

1. 早更新世的康苏拉克砾岩 康苏拉克砾岩位于于田以南,克里雅河西岸康苏拉克附近,夹有两层玄武岩熔岩,上层熔岩厚 20m,下层厚 7m,分别为 1.21Ma 和 1.43Ma,属于早更新世康苏拉克火山幕^[4]。此处砾岩向南与山麓最高级洪积扇下部砾岩相连,按其地层关系与早更新世西域砾岩相当。

2. 早更新以来的湖相沉积 1987 年在甜水海古湖相沉积平原打钻深 15m,未及早更新世地层,但取得了晚更新世以来的一系列 ^{14}C 测年数据。如 15m 深孔岩心的上部 80cm 深处的湖相粘土层年代为 ^{14}C $46850 \pm 2970\text{a B.P.}$, 9.5m 深钻孔岩心 7.6—7m 深处的湖相粘土为 ^{14}C $36750 \pm 1320\text{a B.P.}$,在阿克赛钦湖北岸阶地剖面中湖相粘土层 ^{14}C 年代为 $341735 \pm 820\text{a B.P.}$,在郭扎错东北崇测冰川末次冰期外终碛下伏的灰色湖相粘土为 ^{14}C $30935 \pm 1700\text{a B.P.}$,它们相当于末次冰期间阶段,气候比较温暖。

末次冰期主期的湖相地层,在甜水海 9.5m 岩心的 1.5—0.2m 深处为灰色粘土,其形成年代为 ^{14}C $18720 \pm 155\text{a B.P.}$ 和 $16210 \pm 195\text{a B.P.}$,在邦达错 I 级湖岸阶地剖面中上部的灰色粘土年代为 ^{14}C $15900 \pm 120\text{a B.P.}$,阿克赛钦湖东部湖相台地剖面 1.25m 深处的灰色粘土年代为 ^{14}C $18520 \pm 305\text{a B.P.}$,顶部为 $16235 \pm 120\text{a B.P.}$,这是末次冰期(里田冰期)最盛时的高湖面期沉积。

全新世气候变暖、湖泊缩小,在甜水海湖相层上部出现的钙板层表明气候暖而干,其年代

表1 青藏高原(西昆仑山区)冰川与第四纪地层层年代对比表

时代	青藏高原	冰期与间冰期	冰川沉积	河湖相与风砂、黄土	火山爆发
全新世	现代 现代小冰期(17—19世纪)	现代 现代小冰期 新冰期	现代冰川 现代冰碛 崇测冰帽终碛: ¹⁴ C 2740±85a B.P. 崇测冰川终碛(崇测冰进): ¹⁴ C 3983±120a B.P.		阿什火山 III 1951年5月27日爆发
	新冰期 海螺沟冰进 940±50a B.P. ^[1] 若果冰进 1920±110a B.P. 雪当冰进 2980±150a B.P. 崇测冰进 3983±120a B.P.				
	高温期 当雄羊八井泥炭 ¹⁴ C 7900±20a B.P.	高温期	末次冰期冰碛上钙膜 ¹⁴ C 4621±92a B.P.	普鲁上部风砂距今 4550±930a B.P. 甜水海湖相上部钙板 ¹⁴ C 9767±135a B.P.	阿什火山 II < 0.005Ma
	白玉冰期主期 贡嘎山末次冰期终碛 ¹⁴ C 27770±990—19700±300a B.P.	里田冰期主期	里田河谷 5280m 处终碛壅 ¹⁴ C 16150±553a B.P. 末次冰期终碛 ¹⁴ C 15000—25000a B.P.	普鲁中阶地中部黄土 ¹⁴ C 29140±430a B.P. 邦达错湖相灰粘土 15900±120a B.P.	
晚更新世	间冰阶段(林芝湖相 36000a B.P.)	间冰阶段	北坡阿克拉克萨依冰川底部黑色淤泥 ¹⁴ C 33665±585a B.P.	普鲁中阶地中层古风沙距今 31000±1500a B.P. 甜水海 15m 钻孔岩心 80cm 深处湖相 ¹⁴ C 46850±2970a B.P.	
	白玉冰期早期	里田冰期早期	?	普鲁中阶地下层古风沙距今 66700±3300a B.P.	
	末次间冰期	末次间冰期	?	?	阿什火山 10.12Ma
中更新世	古乡冰期 末次大间冰期 聂聂雄拉冰期 II 大间冰期 聂聂雄拉冰期 I	布拉克巴什冰期 末次大间冰期 玉龙喀什冰期	布拉克巴什冰期较老冰碛(上部)热释光 TL206±17ka B.P. 古土壤 玉龙喀什冰期老冰碛(上部)热释光 TL333±46ka B.P.	甜水海古湖相沉积 古土壤 邦达错高湖岸阶地	乌鲁克火山 0.20Ma 月牙山火山 0.31Ma 迷官山火山 0.44Ma 大黑山火山 0.50—0.60Ma 黑龙山火山 0.67Ma
	间冰期 希复邦马冰期 贡巴砾岩 羌塘组湖相(古地磁年代为 1.40—2.7Ma) ^[15]			羌塘组湖相 康苏拉克砾岩 西城砾岩	康苏拉克熔岩(上) 1.21Ma 康苏拉克熔岩(下) 1.43Ma 马蹄山火山 1.65Ma 西山火山 2.8Ma

为 ^{14}C $9767 \pm 135\text{a B.P.}$, 在玉龙喀什河上游阿拉克莎依冰川谷地末次冰期冰碛上形成的土壤层, 年代为 ^{14}C $4621 \pm 92\text{a B.P.}$

3. 更新世不同时期的火山形成年代 喀拉塔什山硫磺大坂正南的西山火山形成于 2.8 Ma. 阿什库勒湖盆地东北的马蹄山形成于 1.63 Ma; 盆地东部的黑龙山形成于 0.67 Ma; 盆地东北角的东山形成于 0.52 Ma; 北面大黑山形成于 0.60 Ma; 乌鲁克湖东北的月牙山形成于 0.31 Ma; 西北岸的椅山形成于 0.58 Ma; 迷宫山形成于 0.44 Ma, 乌鲁克火山高 80 m, 形成于 0.20 Ma; 阿什火山位于阿什库勒湖南侧海拔 4868 m, 相对高 120 m, 是一座多次爆发的火山, 有 50 m 深的火山口, 火山口西壁的熔岩形成于 0.12 Ma, 东壁上部四层熔岩的形成年代均小 5000 a*, 1951 年 5 月 27 日, 这个火山还爆发过, 目前这座火山锥表面尚未受到强烈的流水侵蚀(图 3)。在阿拉克莎依冰川末端下部冰层中的黑色淤泥, 其形成年代为 ^{14}C $33065 \pm 585\text{a B.P.}$, 现分析推测它是末次冰期间阶段时的火山爆发降落到冰川中的火山灰^[5]。

4. 普鲁村附近的风沙黄土形成年代 在普鲁村旁的高 70 m 中级阶地砾石层上风沙黄土层中部的黄土样, 年代为 ^{14}C $29100 \pm 430\text{a B.P.}$ 。在普鲁村西面的中级阶地上测得砾石层上的黄土底部风沙层为 $66700 \pm 3300\text{a B.P.}$ 。中部风沙层形成于 $31000 \pm 1500\text{a B.P.}$, 顶部风沙形成于 $4550 \pm 230\text{a B.P.}$ ^[6], 分别相当于末次冰期的早期, 晚期和全新世高温期晚期。

从上述冰川、湖泊、火山、黄土、风沙沉积的年代, 可以看出冰期与黄土关系比较密切, 与风沙关系亦好, 湖相沉积既反映冰期、或冰期中的副冰期, 表现出孢粉缺乏, 或木本植物减少, 间冰期表现为孢粉数量丰富, 木本植物花粉增多。

火山爆发的阶段性很明显, 多数可以与间冰期旋迴相对应, 中更新世以来以 10 万年为一个周期, 早更新世中晚期以 20 万年为一个周期。最近西昆仑山的第四纪冰期年代研究表明, 在冰川与第四纪地层的年代序列研究上, 有了重大的突破, 是建立中国西部第四纪冰川与第四纪地层年代序列的尝试(表 1)。

致谢: 本文承蒙施雅风教授审阅, 并提出宝贵意见。参加野外考察工作的还有中国科学院兰州冰川冻土研究所马秋华、日本三重大学岩田修二、琵琶湖研究所伏见硕二。室内 ^{14}C 测年分别由兰州大学徐齐治、中国科学院兰州冰川冻土研究所顾功树等, 热释光测年(TL)由中国科学院西安黄土研究室张景昭, 火山岩石标本测年由中国科学院地质研究所同位素实验室, 阿什火山东侧熔岩测年由中国科学院贵阳地球化学研究所同位素实验室协助, 图件由尹世纵清绘, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Zheng Benxing, Li Jijun, *Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Science Press, Beijing, 1981, II: 1631—1640.
- [2] Zheng Benxing, *Bulletin of Glacier Research*, 1987, 5: 93—102.
- [3] Zheng, B., Chen, J. and Ageta, Y., *Bulletin of Glacier Research*, 1988, 6: 75—80.
- [4] Liu Jiaqi and Maimaiti Yiming, *Bulletin of Glacier Research*, 1989, 7: 187—190.
- [5] Zheng, B., Fushimi, H., Jiao, K. and Li, S., *Bulletin of Glacier Research*, 1989, 7: 177—186.
- [6] 李保生、金炯, 科学通报, 33(1988), 2: 140—143.
- [7] 李吉均等, 贡嘎山冰川考察, 横断山考察专辑(一), 云南人民出版社, 1983, 140—153.
- [8] 钱方等, 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, 1982, 98—100.

* 据中国科学院贵阳地球化学研究所文启忠来信转告。