

云南东川拱王山、轿子山地区末次冰期冰川演化序列

张 威<sup>1,2</sup>, 崔之久<sup>1</sup>

(1. 北京大学环境学院, 北京 100871; 2. 辽宁工程技术大学, 阜新 123000)

摘 要: 通过野外调查和室内试验数据综合分析, 确定了拱王山末次冰期以来的冰期演化序列, 认为本区末次冰期的时代分别为倒数第二次冰期, TL 年代为 10~11 万年; 末次冰期早期, 4~5 万年; 末次冰盛期, 1.8~2.5 万年和晚冰期, 时代为 1 万年左右, 各期的古雪线高度分别为 3 700~3 550 m、3 720 m、3 750~3 700 m、以及 3 950 m。

关键词: 末次冰期; 雪线; 冰川地貌

中图分类号: P931.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)03-0094-03

Glaciation Sequences of the Last Glaciation in Gongwangshan and Jiaozishan Mountain in Northeastern Yunnan Province

ZHANG Wei<sup>1,2</sup>, CUI Zhi-jiu<sup>1</sup>

(1. College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2. Resource and Environmental College, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

**Abstract:** By means of the field investigation and experimental analysis in the laboratory, especially based on the absolute ages, the authors confirm the glacier evolution series of the last glaciation in Gongwangshan Mountain. The penultimate (100~110 ka B.P.), the early (40~50 ka B.P.), the lastglacial maximum (18~25 ka B.P.) and the late stages (around 10 ka B.P.) glacial remains once occurred in the research region. The corresponding ancient snowline altitudes are 3 700~3 550m, 3 720m, 3 750m and 3 950m.

**Key words:** last glaciation; snow line; glacial geomorphology

1 概 述

云南拱王山地区位于云南东川小江西岸, 地处东川市与禄劝县之间, 北纬 25°47'~26°33', 东经 102°45'~103°19', 总面积 45 000 km<sup>2</sup>, 大致呈南北走向, 为四川大凉山的余脉, 整个地势南高北低。主峰雪岭海拔 4 344 m, 马鬃梁子和轿子山的海拔分别为 4 227 m 和 4 221 m。整个山地由 12 座山峰组成。地质上属于“康滇地轴”中部<sup>[1]</sup>, 地质构造复杂, 地势反差巨大。区内广泛分布古生界、中生界地层, 元古界和新生界的地层零星出露, 气候上属于北亚热带季风气候区。整个山区山高谷深, 自然景观呈现明显的垂直分异, 是云南省境内纬度最高的山体之一。本区海拔 3 000 m 以上存在第四纪冰川作用遗迹<sup>[2,3]</sup>。对于本区的冰川地貌特征已在另外的文章中进行了详细描述(图 1), 本文结合年代及雪线高度的确定, 对本区冰期演化序列进行进一步探讨。

2 年 代

图 1 标出了拱王山东麓滥泥坪—妖精塘地区各阶段冰川地貌特征, 图 2 显示相应的年代。从地貌特征及其年代可以看出, 最低处的冰碛堤 YJT— 的热释光年代为 40.89±3.40 ka B.P., 高大外侧碛堤 YJT— 的两个 TL 年代分别为 100.1±7.78 ka B.P. 和 100.40±8.30 ka B.P., 取自内侧碛堤 YJT— 的两个 TL 年代为 25.42±2.11 ka B.P. 和 18.23±1.42 ka B.P.。从年代结果上看, 最低处的 YJT— 冰碛堤代表末次冰期中期的冰川堆积; YJT— 侧碛堤代表末次冰期早期或者倒二冰期; YJT— 侧碛堤代表末次冰盛期冰川作用的产物, 对于晚冰期 YJT— 没有直接的年代, 根据覆盖在该侧碛堤之上的石冰川堆积物的细颗粒年代<sup>14</sup>C 年代结果, 时代为 3 280±50 a B.P., 为新冰期的产物, 间接说明该侧碛堤形成于新冰期之前, 可能为晚冰期的产物。从而在年代结果上也验证了野外的冰期划分。

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-04-25  
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(4007015)。  
作者简介: 张威(1969-), 男, 讲师, 地貌与第四纪地质学专业博士研究生。

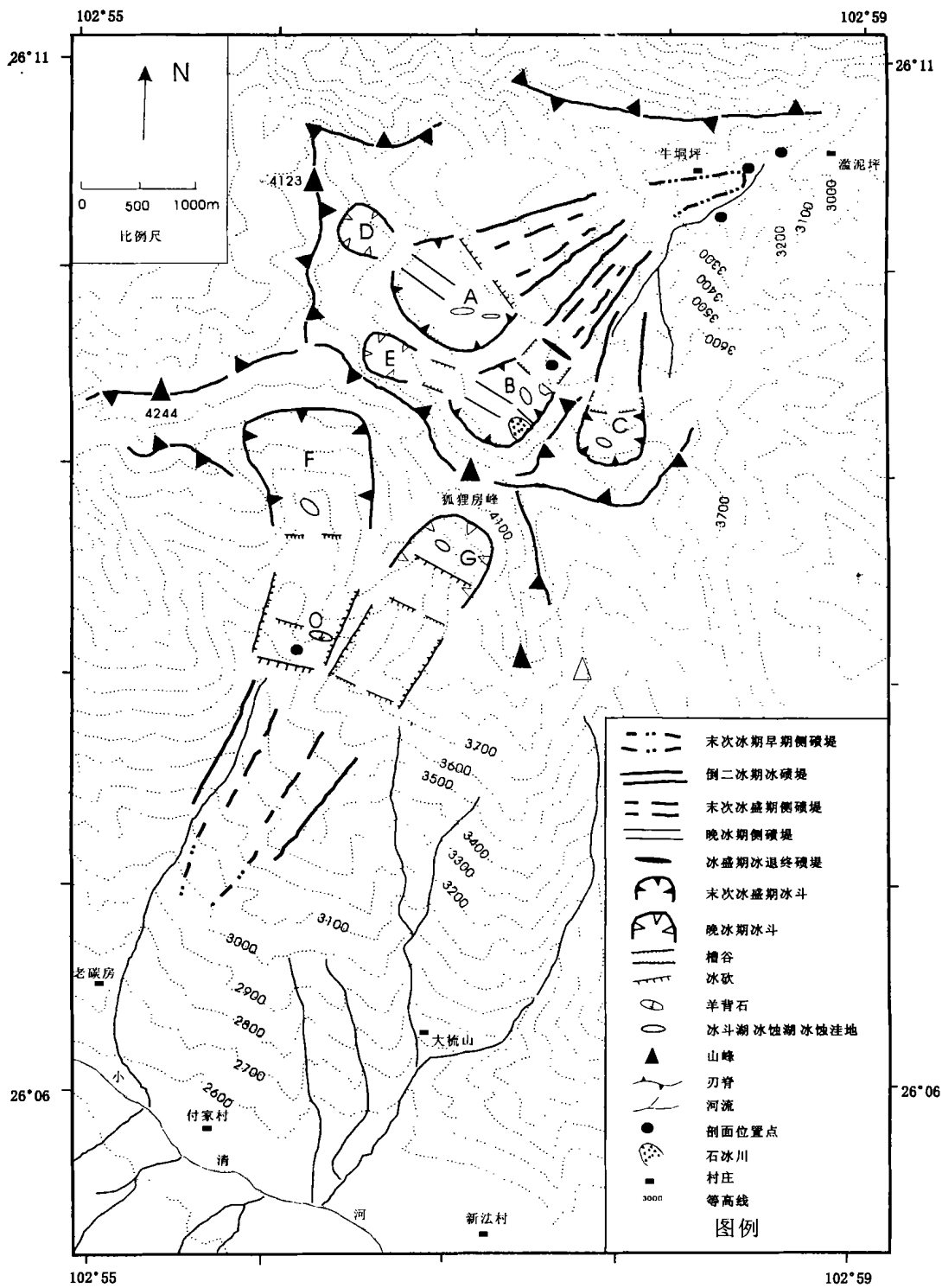


图 1 拱王山冰期系列地貌图

### 3 各阶段雪线与冰期

在进行冰期划分时, 另外一个重要的因素是考虑各个阶段的雪线高度, 雪线是指冰川作用的平衡线, 在雪线处的冰川积累量与消融量达到平衡。本区现代理论雪线的高度为 4700m<sup>[3]</sup> 其他各次冰阶的雪线高度依据冰斗法和 THAR 法<sup>[4]</sup>, THAR (Toeto Headwall Ratio), 主要是针对在地形图

上冰川作用上边界和边界线比较模糊的冰川。对于较大的冰川 THAR 值取 0.40, 中等高度小冰川取 0.50 (中间高度), 在确定云南省西北的点苍山和老君山等末次冰期的雪线高度时, Shuji Iwata 等<sup>[5]</sup> 应用了该方法, 取得较好的效果。本文研究时采用了 0.40, 结果见图 3。

冰期的划分综合南北坡的冰川地貌特点, 本区末次冰期的冰期系列比较完整, 时代上以早、中、盛、晚为特色。由于本

次工作的年代样品几乎全部集中于北坡,在冰期划分的讨论中主要以烂泥坪-妖精塘的年代为主,南坡则主要考虑雪线高度变化情况,对本区的冰期系列可作如下的划分:

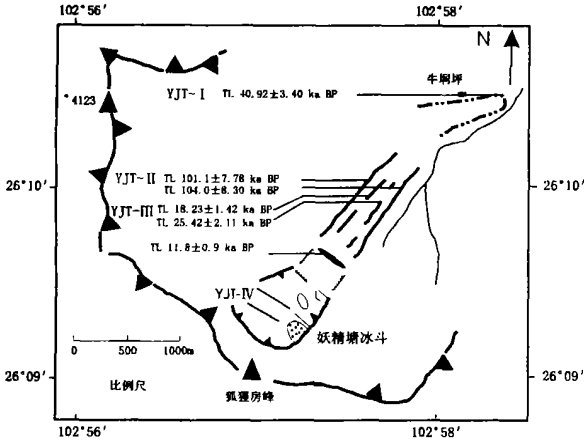


图 2 拱王山滥泥坪地区妖精塘冰川地貌及年代

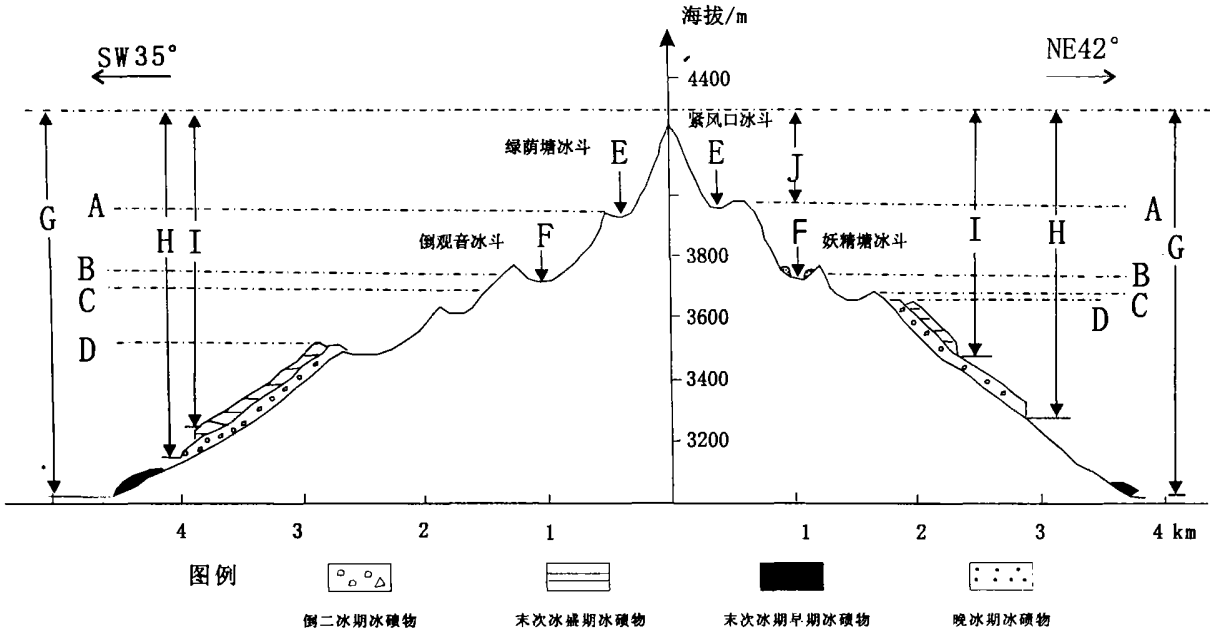
3.1 晚冰期

白崖子冰斗与紧风口冰斗以及南坡的绿荫塘冰斗,其海拔高度为 3 900~4 000 m,其冰川物质平衡线海拔 3 950 m,低于现代冰川平衡线 750 m。相应冰川堆积物以侧碛堤的形式位于第一级冰斗内,在侧碛堤中,冰碛物颜色新鲜,无明显的风化现象,显示此级侧碛堤形成时代并不久远。根据冰期中冰川平衡线下降的幅度而言,在海洋性气候区,新冰期的冰川平衡线下降约 200~300 m,晚冰期为 400~500 m,冰盛

期为 900 m 左右,倒数第二次冰期的雪线降低值为大于 1 000 m。因此,可以确定该级冰川地貌形成时代为晚冰期。野外证据可以看出,晚冰期时南北坡的古雪线高度基本相同。

3.2 冰盛期

较低位置上的第一级冰斗分布在海拔 3 700~3 800 m,冰川地貌以北坡妖精塘冰斗、双龙塘冰斗和贝母房冰斗以及南坡的倒观音冰斗为代表,该级冰斗较大而且完整。妖精塘冰斗出口以下的槽谷宽短,与此相关的侧碛堤十分发育,冰川将侧碛堤从海拔 3 500 m 的地带开始向上堆积,直至冰斗出口前的不远处,表明了这次冰川作用的强烈程度。冰碛层中的冰碛物具有一定程度的风化,颜色呈暗棕色,反映该冰川地貌形成之后已经经历了相当长的历史。根据冰斗法,确定南北坡该期相应的冰川平衡线海拔高度分别为 3 750 m 和 3 700 m,冰川末端高度分别为 3 500 m 和 3 350 m。古雪线高度较现代冰川平衡线低 950~1 000 m,与玉龙雪山在末次冰期中的冰川平衡线下降值  $1\,150 \pm 50$  m 相当<sup>[6]</sup>。因此,这组冰川地貌是上一级冰川地貌形成之前的产物,其时代应该属于末次冰期盛期。南坡比北坡低雪线高度大约 50 m。表明尽管南坡处于不利于冰川发育的条件下,但是由于当时南坡来自印度洋和太平洋丰富的降水条件,以及和缓的地形影响,反而使北坡的冰川发育不如南坡。年代及古雪线高度资料显示,冰川作用时间介于 25 000~18 000 年之间。与公认的末次冰盛期的时代相吻合。



A. 晚冰期冰川平衡线高度 B. 冰盛期冰川平衡线高度 C. 末次冰期中期冰川平衡线高度  
D. 末次冰期早期(倒二冰期)冰川平衡线高度 E. 晚冰期冰斗 F. 冰盛期冰斗

G. 末次冰期中期冰川分布高程 H. 末次冰期早期(倒二)冰川分布高程 I. 末次冰盛期冰川分布高程 J. 晚冰期冰川分布高程

图 3 拱王山东北侧第四纪冰川分布剖面图

境保护意识薄弱。因此, 必须加大宣传和教育力度, 提高人们对湿地生态环境功能的认识, 强化公众的湿地保护意识; 加强与保护区周围居民的沟通和交流, 共同制定合理的湿地保护措施。实现湿地保护和可持续利用的社区参与。

参考文献:

[ 1] 国家林业局野生动植物保护司. 湿地管理与研究方法[ M ]. 北京, 中国林业出版社, 2001. 1– 63.  
[ 2] 赵魁义. 中国沼泽志[ M ]. 北京: 科学出版社, 1999. 120– 132.  
[ 3] 何珏. 中国三江平原[ M ]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2000. 148– 156.  
[ 4] 黑龙江省环境保护局, 等. 黑龙江洪河国家级自然保护区总体规划[ Z ]. 1997. 1– 75.  
[ 5] 何池全, 赵魁义, 余国营, 等. 湿地生态过程研究进展[ J ]. 地球科学进展, 2000, 18( 2 ): 165– 171.  
[ 6] 王长科, 吕宪国, 等. 洪河自然保护区生物多样性保护[ J ]. 地理学与国土研究, 2001, 17( 3 ): 63– 67.  
[ 7] 郎惠卿, 林鹏, 等. 中国湿地研究和保护[ M ]. 上海: 华东师范大学出版社, 1998. 354.  
[ 8] 王永吉. 关于黑龙江省洪河沼泽自然保护区合理开发利用的探讨[ J ]. 国土与自然资源研究, 1990( 1 ): 66– 69.  
[ 9] 艾冬, 王希梅, 等. 洪河自然保护区动物物种多样性现状及保护[ J ]. 国土与自然资源研究, 2001( 1 ): 54– 56.

( 上接第 96 页 )

3.3 末次冰期早期

该期的冰川遗迹保存在研究区狐狸房峰的南北坡海拔 3 000 m 左右的舌形地处, 应用 Meidering 的 THAR 法确定该期的古雪线高度为 3 720 m, 雪线下降值约 1 000 m。冰川末端年代资料指示, 冰川遗迹对应于 MIS3b 冷期( 54~ 44 ka B. P. )。南北坡的古雪线高度基本一致。

3.4 倒二冰期

倒二冰期的冰川遗迹只以侧碛堤的形式保存, 与之相配套的冰川侵蚀地貌( 冰斗) 已经由于后期冰川的溯源侵蚀而无法区分, 冰川末端的海拔高度为 3 300~ 3 250 m, 北坡雪线高度根据侧碛堤所指示的上界高度和 THAR 法均处于 3 700 m 左右, 故末次冰期早期的古雪线高度确定为 3 700 m。而南坡用这二种方法确定出的结果有一定的差别, 侧碛堤开始出现的上界高度为海拔 3 550 m, 而用 THAR 法计算出的结果则为海拔 3 650 m, 因为前一种方法更直接, 所以, 确定末次冰期的古雪线高度为 3 550 m, 比北坡相应的要低 150 m 左右。从雪线下降值上看, 北坡下降 1 000 m, 南坡下降 1 150 m, 应该对应倒数第二次冰期。

4 讨 论

以往的研究表明, 该区存在末次冰期的冰川遗迹, 但是

参考文献:

[ 1] 李宏. 拱王山植被研究[ J ]. 云南师范大学学报, 1997, 17( 1 ): 117– 122.  
[ 2] 易朝路, 明庆忠. 云南省东川市雪岭第四纪冰川遗迹[ J ]. 冰川冻土, 1991, 13( 2 ): 185– 187.  
[ 3] 况明生, 等. 云南省东北部拱王山第四纪冰川遗迹研究[ J ]. 冰川冻土, 1997, 19( 4 ): 366– 372.  
[ 4] Medieing, T C. Late Pleistocene glacial equilibrium line altitudes in the Colorado Font Range: A comparison of methods [ J ]. Quaternary Research, 1982, 18: 289– 310.  
[ 5] S Iwata, H Yagi, et al. Glacial extent and ELAs during the Last Glacial period in Yunnan province, China[ A ]. Proceed- ings of International Symposium on Paleoenvironmental Change in Tropical-subtropical Monsoon Asia[ C ]. Special Pub- lication , 1995. 24, 113– 123.  
[ 6] 施雅风, 崔之久, 李吉均. 中国东部第四纪冰川与环境[ M ]. 北京: 科学出版社, 1989. 106– 109.  
[ 7] Cui Zhijiu, et al. The Quaternary glaciation of Shesan Mountain in Taiwan and glacial classification in monsoon areas [ M ]. Quaternary International, 2002. 97– 98, 147– 153.

由于缺乏绝对的测年资料, 故而对冰期的划分对比存在不足。如将妖精塘冰斗冰川下部倒二冰期的冰川堆积认为是末次冰盛期的产物, 没有细分出舌形地属于末次冰期中期冰川作用的堆积物。从而忽略了本区冰期演化特征, 缺少连续性。随着对末次冰期研究程度的加深, 对于冰期中的各个阶段的研究也越来越深入, 已经突破了以前早、晚两个阶段的模式。结合与拱王山同处于相似的纬度、高度、和气候条件台湾山地的情况看, 也发现了末次冰期中期的冰川堆积<sup>[7]</sup>。说明二者之间在时间、和空间上存在耦合。这就为通过古冰川来研究东亚地区的季风演化提供了物质基础。

对于末次冰期的划分学术界主要有两种不同的看法, 一种意见认为末次冰期开始于大约 11 万年, 另一种观点认为开始时间应该是 7 万年左右。这两种看法各有根据, 目前以 7 万年居多, 故结合年代资料以及古雪线证据, 云南拱王山、轿子山地区 10~ 11 万年前的冰川遗迹应该归入“倒二”。所以, 研究区末次冰期以来的冰期演化序列为: 倒数第二次冰期, TL 年代为 10~ 11 万年; 末次冰期早期, 4~ 5 万年; 末次冰盛期, 1. 8~ 2. 5 万年和晚冰期, 时代为 1 万年以前, 各期的古雪线高度分别为 3 700~ 3 550 m、2 720 m、3 750~ 3 700 m、以及 3 950 m。末次冰期冰期冰川演化具有连续性的特征。是研究中国东部古冰川发育的良好场所。