

文章编号: 1006-6616 (2003) 04-0289-14

# 北京西山第四纪冰川遗迹

## ——三十届国际地质大会地质旅行路线指南 (T204)

吴锡浩<sup>1</sup>, 蒋复初, 徐和聆, 肖华国

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

**摘要:** 北京西山的第四纪冰川遗迹考察和研究, 始于20世纪50年代。但自80年代以来部分学者对有关冰川现象提出了异议, 其中最主要的观点是有关现象可用冰缘气候下的雪蚀作用和寒冻泥石流作用给予解释。本路线介绍了可判识北京西山是否发育第四纪冰川关键的模式口冰溜面、管坨岭冰碛层、太平庄冰碛层、鲁家滩冰水沉积和大富庄冰碛层等五处第四纪冰川遗迹的古冰川宏观和微观特征。

**关键词:** 第四纪冰川; 冰川遗迹; 北京西山

**中图分类号:** P534.63, P512.4

**文献标识码:** A

## 0 前言

北京西山的第四纪冰川遗迹, 初始报道于20世纪50年代<sup>[1,2]</sup>, 全面考察和研究于60年代<sup>[3-5]</sup>, 并从70年代以来在冰期划分方面取得进展<sup>[6-10]</sup>。然而, 80年代以来部分学者<sup>[11-14]</sup>对有关冰川现象提出了异议, 其中最主要的观点是有关现象可用冰缘气候下的雪蚀作用和寒冻泥石流作用给予解释。本路线展示的潭柘寺地区第四纪冰川遗迹, 尤其是残留古冰碛的宏观和微观特征, 是判识北京西山是否有第四纪冰川发育的关键所在。

## 1 自然地理概况

北京西山地处北纬40°和经度116°的交汇部位, 是太行山脉东北缘的山地, 区域最高峰百花山海拔1991m, 西界以外的小五台山高达2882m。永定河从西北向东南穿过西山, 流过北京城西海拔50m左右的山麓平原, 汇入海河经天津入渤海。区域自然环境受东亚季风控制, 具有明显的季节性和垂直分带性(表1)。基带归属暖温带亚湿润气候区北部, 冬季因受来自北方的冬季风控制而气温偏低, 夏季因受来自南方的夏季风影响而气温略偏高, 降水集中于夏季高温月, 7、8两个月的降水可占年降水的80%左右。水平的地带性植被为落叶阔叶林, 林下发育山地褐土, 但原始自然面貌因长期垦耕而很少保存。

收稿日期: 2003-10-31

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(编号: KZCX2-108)和三十届国际地质大会地质旅行委员会资助。

作者简介: 吴锡浩(1937-2001), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事第四纪地质、第四纪冰川和全球变化研究。

表1 北京西山及邻近山地自然环境的垂直分布

Table 1 The vertical distribution of physical environments in the Western Hills and adjacent hills, Beijing

高度 (m)	平均温度(°C)			年降水量 (mm)	垂直植被带	垂直气候带	
	一月	七月	全年				
2800	-16.0	10.6	-3.1	960.3	高山草甸带	寒带	
2700	-15.9	11.2	-2.5	950.3			
2600	-15.7	11.9	-1.9	940.3	高山灌丛带	寒温带	
2500	-15.3	12.6	-1.4	930.3			
2400	-14.9	13.2	-0.8	920.3	云杉-冷杉林	亚高山 针叶林带	
2300	-14.5	13.8	-0.2	910.4			
2200	-14.0	14.4	0.4	900.5	桦-山杨林	上部	
2100	-13.6	15.1	1.0	890.6			
2000	-12.9	15.7	1.6	880.7	椴-桦林	中部	
1900	-12.3	16.3	2.1	870.8			
1800	-11.8	16.8	2.7	860.9	山地针叶与 落叶阔叶 混交林带	下部	
1700	-11.3	17.4	3.3	851.0			
1600	-10.8	18.0	3.8	841.1	油松-侧柏林	上部	
1500	-10.3	18.5	4.4	831.3			
1400	-9.8	19.1	5.0	821.4	落叶阔叶 林带 (基带)	中部	
1300	-9.3	19.7	5.6	811.5			
1200	-8.9	20.2	6.1	801.6	落叶栎林	下部	
1100	-8.3	20.8	6.7	791.7			
1000	-7.9	21.4	7.3	781.8	落叶栎林	上部	
900	-7.5	21.9	7.9	771.9			
800	-7.2	22.7	8.3	762.0	落叶栎林 (基带)	下部	
700	-6.9	22.8	8.7	752.1			
600	-6.6	23.3	9.0	742.2	落叶栎林 (基带)	上部	
500	-6.2	23.8	9.4	732.4			
400	-5.9	24.3	9.8	722.5	落叶栎林 (基带)	下部	
300	-5.6	24.7	10.2	712.6			
200	-5.2	25.2	10.6	702.7	落叶栎林 (基带)	上部	
100	-4.9	25.7	10.9	692.8			

## 2 区域地质概况

北京西山潭柘寺地区的基岩地层,是鉴定第四纪冰川遗迹的重要证据,它们的分布和关系表示于图1。该区位于门头沟复式背斜的南翼,八宝山断裂带从东南部通过,成为山地与山麓平原之间的边缘断裂带,其两边的基岩地层迥然不同。断裂带以北为相对上升区,除紧靠断裂带有小片前寒武系灰岩出露外,寒武系和奥陶系灰岩大面积分布于南部、中部和西部,石炭系、二叠系和下侏罗统陆相沉积分布于北部和东北部。鲁家河谷地和鲁家滩洼地及其水系的西部分水岭发育于灰岩地层之上,而水系的北部和东部分水岭由陆相地层构成。

断裂带以南为相对沉降区，上侏罗统、白垩系和始新统陆相地层常呈低矮的丘岗散布于山麓平原上。平原表层为鲁家河及其它小支流流出基岩山口后加积的上更新统和全新统冲积层、洪积层与次生黄土。

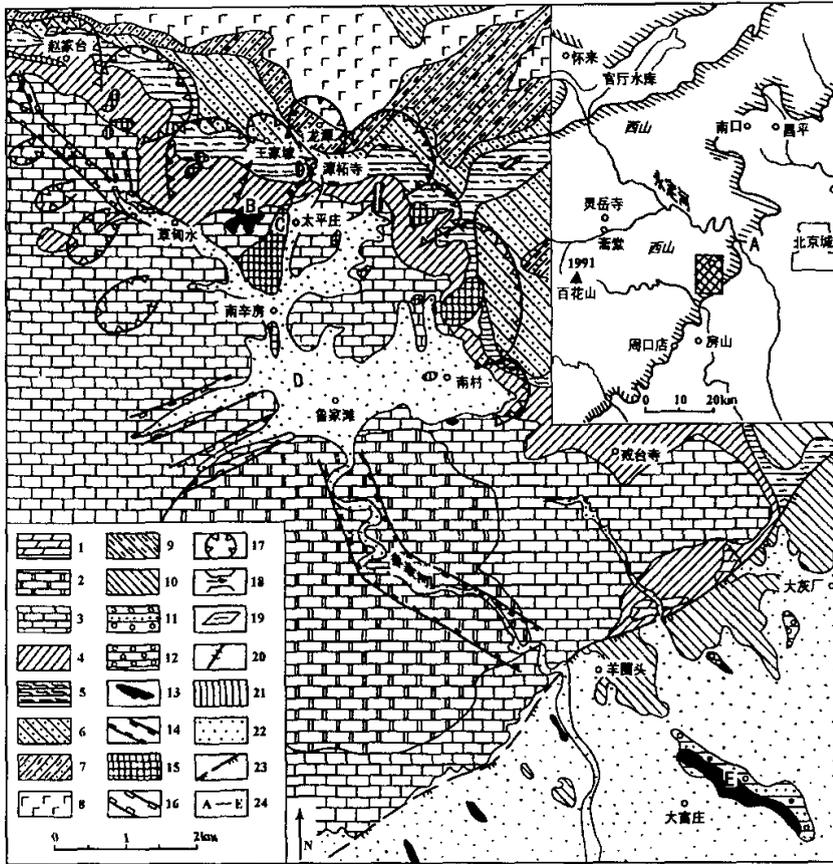


图 1 北京西山潭柘寺地区基岩地层和冰川遗迹简图

Fig.1 Simplified map showing the stratigraphy of bedrock and the Quaternary glacial vestiges in the Tanzhesi area of the Western Hills, Beijing

1. 前寒武系灰岩; 2. 寒武系灰岩; 3. 奥陶系灰岩; 4. 石炭系砂页岩夹煤层; 5. 下二叠统变质砂岩和砾岩;
6. 上二叠统石英砂岩 (红庙岭组); 7. 三叠系砂页岩; 8. 下侏罗统辉绿岩; 9. 下侏罗统砂页岩;
10. 上侏罗统砂页岩和火山岩; 11. 白垩系砂页岩、砾岩; 12. 始新统长辛店组砾石层; 13. 管坨岭冰期冰碛;
14. 管坨岭冰期冰川谷; 15. 赵家台冰期冰碛; 16. 赵家台冰期冰川谷; 17. 赵家台冰期冰斗;
18. 赵家台冰期冰川溢口; 19. 赵家台冰期基岩冰溜面; 20. 赵家台冰期冰坎; 21. 灵岳寺冰期冻融泥石流堆积;
22. 晚第四纪及现代堆积; 23. 西山边缘断裂带; 24. 第四纪冰川遗迹参观点

### 3 参观地点

旅行先从北京城区三环路上阜成门—石景山公路到模式口, 参观基岩冰溜面(图1角图, A点), 然后经门头沟进入西山潭柘寺地区。驱车先登管坨岭观察漂砾和冰碛层(图1, B点), 回到太平庄观察公路西侧台地上的漂砾和冰碛层(图1, C点), 再到鲁家滩西北公路桥观察冰水砾石层(图1, D点), 最后到山麓平原观察大富庄东侧之岗丘上的漂砾和冰碛层(图1, E点)。野外地质考察结束后, 经长辛店、卢沟桥, 由京石高速公路返回北京。

潭柘寺地区的第四纪冰川遗迹, 从20世纪50年代发现以来中外学者的考察和研究已经有约40年, 对它们的成因却分别提出了冰川或冰缘、融冻泥石流或水石流、河流或洪流等多种解释。现今, 所见冰碛物已遭后来的强烈风化和多种外营力的改造, 本来必然大量存在的灰岩砾石已颗粒无存, 与堆积物相联系的侵蚀地貌更遭严重破坏。所以, 仅据存疑的古冰川遗迹的宏观现象对古冰川作用问题作出肯定或否定的结论, 似乎难于取得共识。但是, 石英颗粒具有坚强的抗风化能力, 很难因长期遭受风化而改变搬运营力造成的原始形貌。因而, 石英颗粒表面结构的形貌组合特征, 是鉴定有争议的沉积物成因的有效微观方法。

对潭柘寺地区处于不同地貌部位的4个地点, 分别取冰碛或冰水砾石层中的细粒充填物。样品分别用150目筛洗净、处理并烘干后, 挑出粒径为150~300 $\mu\text{m}$ 的石英颗粒, 每个样随机选出数百颗。这些石英颗粒全部用胶粘在薄片上, 每片10~20颗不等, 每个样有30片左右。然后在偏光显微镜下进行观察, 每个样任意取5~8片, 对100颗石英砂进行形貌特征的统计分析。其结果列于表2。然后, 用干涉差偏光显微镜和扫描电镜校核分析结果, 并进行照相, 部分照片见图版1~3。表2中石英颗粒表面结构形貌特征的成因分类, 是综合有关文献资料<sup>[15-21]</sup>确定的, 其中冰川成因的13种形貌, 包括了与冰川作用同期又受冰融水和融冻泥石流作用叠加的现象。这一微观分析的结果表明, 北京西山潭柘寺地区分别发生在早更新世和中更新世的两次冰川作用是可以肯定的, 而且象模式口所见的那种虽无同期冰碛物佐证的基岩磨光面及其上的擦痕, 用冰川成因来解释也不是不可信的。

#### 参观点A——模式口冰溜面

该地点位于石景山区模式口街以北, 永定河引水渠北侧。在小山坡南麓海拔120m左右的位置, 相当坚硬的下侏罗统辉绿岩表面被磨光, 并在磨光面上分布有许多明显不同于构造或滑坡形成的擦痕。研究者结合北京西山其它冰川遗迹, 确定这一地质现象为冰溜面。它原为坡积层和草木掩盖, 直至20世纪50年代修建水渠时才被发现并揭露。磨光面的坡向为S5°W, 坡角约10°, 擦痕的指向区间为S12°W—S24°E, 两者的倾向基本一致。冰溜面经长期风化, 表层发育了3~5mm厚的风化壳, 说明它是晚更新世以前形成的。由于经40多年考察者和村民的频繁光顾, 在它的表面留下不少破损了风化壳的新鲜“伤口”和“伤痕”, 仔细地观察容易将它们与原始形貌相区别。尽管如此, 因当地没有保存同期的冰碛层与冰溜面相匹配, 这类遗迹尚只能视为古冰川作用的一个孤证。

参观该地点的同时, 将顺路访问建于冰溜面旁的中国第四纪冰川遗迹博物馆。

#### 参观点B——管坨岭冰碛层

管坨岭是潭柘寺西南方向的一个低峰, 海拔464m。定名管坨岭冰期的冰碛层残留在它南边由奥陶系灰岩构成的山脊上, 主要为散布的巨砾和砾石, 所在高程为400~430m, 高出当地河床170~200m。巨砾都是分布于分水岭地带的上二叠统红庙岭组石英砂岩, 特别坚硬

表2 石英颗粒表面结构成因类型的统计分析 (%)

Table 2 Statistical analysis of the genetic types for the quartz grain surface textures (%)

成因	表面结构		管坨岭冰期		赵家台冰期		
	编号	形貌特征	管坨岭	大富庄	太平庄	鲁家滩	
成因 分 类	化学	27	石英晶体增长	28	32	14	16
		26	硅质薄膜	41	42	19	17
		25	硅质鳞片	21	19	12	8
		24	硅质球	16	20	12	13
		23	溶蚀坑和沟	47	41	30	28
		22	鳞片状剥落	14	16	7	10
	风成	21	碟形撞击坑	0	0	0	0
		20	麻面	0	0	0	0
		19	圆球状颗粒	0	3	0	0
		18	次圆状颗粒	8	10	13	19
		17	高的突起	0	2	3	4
		16	中等突起	2	3	7	18
	流水	15	V形撞击坑	0	2	3	6
		14	磨光面	3	5	13	15
		13	次棱角状颗粒	24	26	41	55
		12	平整解理面	5	4	6	7
		11	半平行或弧形阶梯状裂面	28	22	23	15
		10	小贝壳状断口	65	55	63	75
	冰川	9	大贝壳状断口	44	36	41	31
		8	低的突起	20	18	15	10
7		平整剪切断口	30	22	19	5	
6		裂纹扩大的破裂面	12	11	5	3	
5		粘附小碎片	83	71	51	20	
4		翻翘薄片	29	25	24	14	
3		压坑及碾磨痕迹	38	24	15	8	
2		平行擦痕与刻痕	14	8	6	4	
1		棱角状颗粒	68	61	46	26	

抗风化。数百平方米面积内，长径1m以上的漂砾有30余块，其中大于2m者6块，最大的可达2.6m。中小砾石的岩性除石英砂岩外，还有辉绿岩、砂岩、砾岩等，但绝无灰岩砾石可觅。砾石间的充填物为紫红色含砂粘泥，但绝大部分已遭侵蚀而散失。砾石的风化都很深，其中辉绿岩者多半呈全风化状，细砂岩砾石有2~5mm厚的风化圈。巨砾的磨圆较差，多数砾石磨圆中等，但多磨光面和棱面，而小砾石的磨圆较佳。条痕砾石颇富，几乎随手可得，且以细砂岩砾石上的条痕保存最佳。

我们对巨砾保护而得以保存的紫红色砂质粘土，取样作石英颗粒表面结构分析。各类型

貌的出现频率数据见表 2，并用直方图绘于图 2。它们表明，冰川作用造成的形貌组合占优势，冰川和流水作用共有的形貌为其次，流水成因的形貌不明显，但化学成因的形貌相当突出，表明经历了强烈的湿热风化作用。据此，可以肯定这是一套遭长期侵蚀风化而残存的冰碛层。

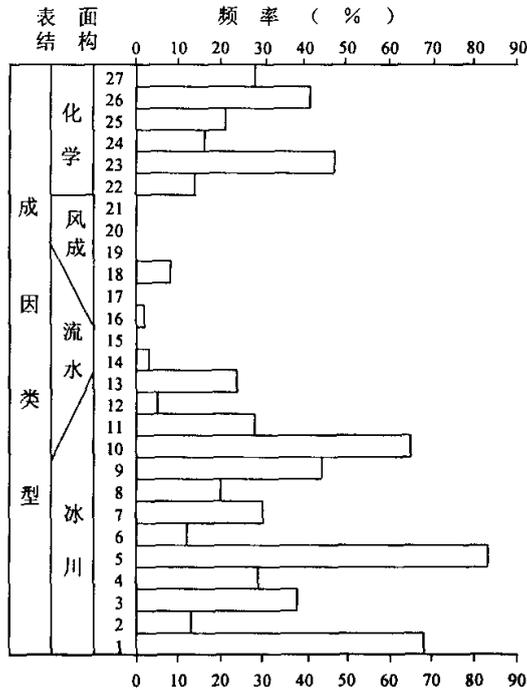


图 2 管坨岭上管坨岭冰期冰碛层中石英颗粒表面结构的各类形貌出现频率

Fig.2 Frequency diagram showing various surface textures of quartz grains in the till of the Guantuoling glaciation on the Guantuo Ridge

站在管坨岭上南眺，可见鲁家河谷地的峡谷之上存在由谷肩构成的宽谷形态，它应是管坨岭冰期冰川流向山麓的古冰川谷。类似地形在北京西山中常见，一般分布在称之为唐县期的古地面上。

参观点 C——太平庄冰碛层

在南辛房至潭柘寺之间的公路西侧，有一条高出河床 50~25m、由北向南延伸并向下游倾斜的台地，由奥陶系灰岩构成，其上分布 3~5m 厚的冰碛层，以太平庄（又名平原村）以西位置的剖面出露最佳。它以红庙岭组石英砂岩巨砾为主，大者直径可达 2m 左右，中小砾石岩性以辉绿岩、砂岩和页岩居多，常与鲜红色含砂粘泥一起充填于巨砾间隙，或巨砾被鲜红色含砂粘泥包裹。它们都经受了颇深的湿热风化，因而灰岩砾石已溶蚀殆尽。

取太平庄冰碛层中的细粒充填物作石英颗粒表面结构分析，数据列于表 2，并以图 3 反映各类形貌的组合特征。其中，冰川和流水共有的形貌占优势，冰川成因的形貌次之，流水成因者有一定比例，而化学成因的形貌虽相当明显，但不如管坨岭冰碛层突出，说明风化

程度较之相对偏弱。由此看来，在太平庄冰碛层的形成过程中，有较强烈的流水作用参与，似应属于古冰川的消融碛。其风化程度又表明太平庄冰碛层代表的赵家台冰期要晚于管坨岭冰期，两者之间相隔一个河流深切侵蚀和强烈风化的间冰期。

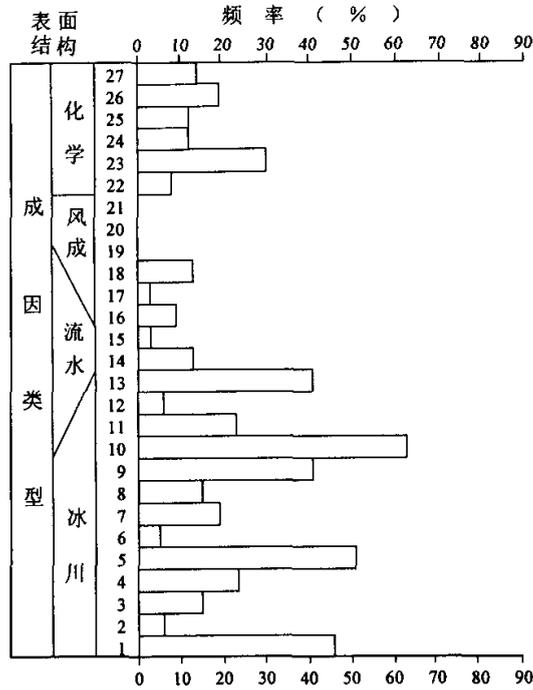


图 3 太平庄西赵家台冰期冰碛层中石英颗粒表面结构的各类形貌出现频率

Fig.3 Frequency diagram of various surface textures of quartz grains in the till of the Zhaojiatai glaciation in the west of Taipingzhuang

与太平庄冰碛层相联系的古冰川，源头有王家坡冰斗和龙潭冰斗，向下游方向过南辛房后终止于鲁家滩洼地。在下一个参观点可见其冰水沉积。

参观点 D——鲁家滩冰水沉积

鲁家滩西北方向的公路桥北，在鲁家河右岸露出了赵家台冰期的冰水砾石层，厚度 2~3m，下伏奥陶系灰岩基座，上覆厚约 1m 的红色土，顶部为含较多灰岩砾石的河流阶地砾石层。这套冰水沉积中的巨砾和中小砾石的岩性与太平庄冰碛层相近，磨圆度都较好，但因长期埋覆而风化程度相对偏低。剖面呈红色，砾石中也无灰岩成分，充填物为砂和细砾，含泥很少。

石英颗粒表面结构的分析数据见表 2，并用直方图绘于图 4。各类形貌的组合特征表明，冰川和流水共有成因的形貌占优势，冰川成因者显著减少，流水成因者显著增加，而化学成因的形貌则与太平庄冰碛层相似。由此推断，这套堆积物确实是邻近古冰川冰舌末端的冰水沉积。在鲁家滩洼地的钻孔中，也揭示了它的存在。

参观点 E——大富庄冰碛层

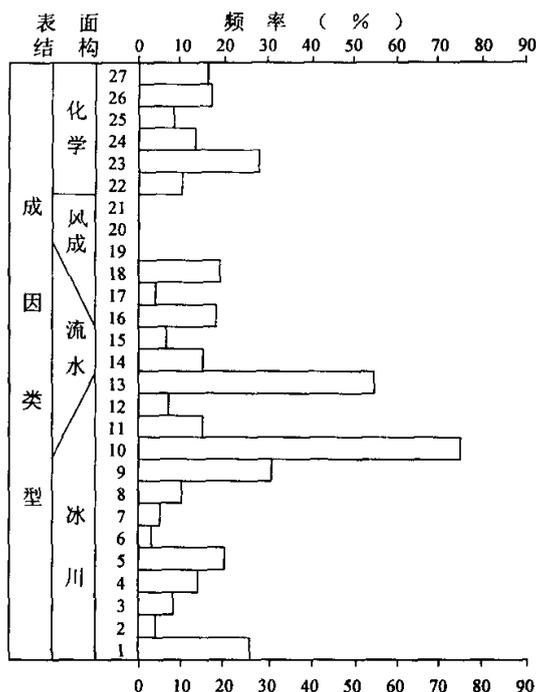


图4 鲁家滩西北方桥北赵家台冰期冰水沉积中石英颗粒表面结构的各类形貌出现频率

Fig.4 Frequency diagram of various surface textures of quartz grains in the glaciofluvial deposits of the Zhaojiatai glaciation north of a bridge northwest of Lujiatan Township

本区山麓大富庄东边由白垩系构成的丘岗，高点海拔 127m，北西—南东向伸展，长约 3000m，宽约 800m，高出晚更新世次生黄土堆积面 20~30m。丘岗顶部保存着 2~3m 厚的冰碛层，大小悬殊的砾石与砂泥混杂，剖面呈深红色，其中常含直径 1m 左右的巨砾，最大者可达 2m。砾石成分以红庙岭组石英砂岩为主，其次为辉绿岩、砂岩和砾岩等，它们均来自 20km 以外鲁家河河源分水岭及其南坡，而流域内大面积分布的灰岩地层产出的砾石，其中却一无可见。砾石的磨圆度中等，少数呈棱角状，也有磨圆很好者。砾石的风化程度视岩性而定，石英砂岩最弱，辉绿岩最强，细砂岩界于其间，并有 3~5mm 厚的风化圈。冰碛砾石中缺失灰岩砾石的现象应是长期遭受了强烈风化溶蚀所致，从而也说明冰碛层的剖面结构已非原始状态。

大富庄冰碛层的石英颗粒表面结构分析结果见表 2，并绘于图 5。显然，其形貌组合特征是：冰川成因者占优势，冰川和流水共有者的出现频率也很高，流水成因者占有一定比例，而化学成因者相当突出。将大富庄冰碛层与管垞岭冰碛层的石英颗粒表面结构相比较，两者的特征基本上是一致的，唯前者的流水作用略强于后者。所以，可以得出结论：大富庄冰碛层是山麓冰川的堆积，由砾石成分指明的古冰川来路只能是鲁家河古谷地。它与管垞岭冰碛层同属管垞岭冰期同一条山麓冰川退缩时先后在山麓和山区的遗迹。

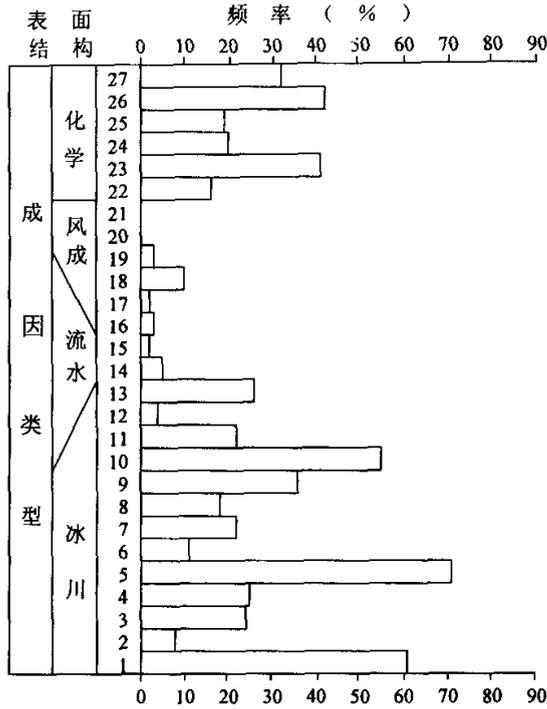


图 5 大富庄东丘岗顶部管坨岭冰期冰碛层中石英颗粒表面结构的各类形貌出现频率

Fig.5 Frequency diagram of various surface textures of quartz grains in the till of the Guantuoling glaciation in the east of Dafuzhuang

参 考 文 献

[ 1 ] 王曰伦, 贾兰坡. 周口店第四纪冰川现象的观察 [J]. 地质学报, 1952, 32 (1~2): 16~25.

[ 2 ] 王乃梁, 潘德扬. 南口山前平原地貌与第四纪沉积特征及其对新构造运动与气候变迁的反映 [J]. 北京大学学报 (自然科学), 1956 (3): 377~399.

[ 3 ] 孙殿卿, 杨怀仁. 大冰期时期中国的冰川遗迹 [J]. 地质学报, 1961, 41 (3~4): 233~240.

[ 4 ] 李四光. 华北平原西北边缘地区的冰碛和冰水沉积 [A]. 见: 中国第四纪冰川遗迹研究文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1964. 1~13.

[ 5 ] 汤英俊. 周口店地区冰川遗迹 [J]. 地质评论, 1964, 22 (1): 48~59.

[ 6 ] 李四光. 北京西山区第四纪冰川遗迹和中国冰期问题 [A]. 见: 中国第四纪冰川 [C]. 北京: 科学出版社, 1975. 145~149.

[ 7 ] 水力. 北京西山潭柘寺地区第四纪冰期划分 [A]. 见: 中国第四纪冰川地质文集 [C]. 北京: 地质出版社, 1977. 131~143.

[ 8 ] 吴锡浩. 北京地区第四纪冰期与构造—气候旋回 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 1983, 3 (2): 111~121.

[ 9 ] 赵松龄, 张宏才. 北京西山灵岳寺古冰川沉积物的初步研究 [A]. 见: 第四纪冰川与第四纪地质论文集 [C]. 第一集, 北京: 地质出版社, 1984. 69~72.

[ 10 ] 魏兰英, 卢演铸, 安芷生, 郑洪汉, 陈承惠. 北京南口红土台地砾石层、古土壤的组成和结构特征 [A]. 见: 第

- 三届全国第四纪学术会议论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1982. 90~94.
- [11] 旋雅风, 崔之久, 李吉均, 等. 中国东部第四纪冰川与环境问题 [M]. 科学出版社, 1989. 239~252.
- [12] 李华章, 邵雪梅, 刘杰, 林宁辉, 朱陆贞. 北京潭柘寺地区冰川遗迹质疑 [J]. 冰川冻土, 1984, 6 (2): 77~82.
- [13] 郭旭东. 北京西山冰缘期和更新世自然环境 [J]. 冰川冻土, 1991, 13 (2): 159~168.
- [14] 郭旭东, 严富华. 北京西山潭柘寺地区第四纪冰川与环境问题 [J]. 冰川冻土, 1993, 15 (4): 574~581.
- [15] 谢又子, 崔之久. 电子扫描电镜下我国若干冰碛石英砂的表面特征 [J]. 冰川冻土, 1981, 3 (2): 52~55.
- [16] 谢又子主编. 中国石英砂表面结构特征图谱 [M]. 北京: 海洋出版社, 1984. 1~48.
- [17] 郑本兴, 马正海. 冰川沉积与非冰川沉积中砾石的碎屑矿物表面的形态特征 [J]. 中国第四纪研究, 1985, 6 (1): 69~72.
- [18] 陈丽华, 缪昕, 于众. 扫描电镜在地质上的应用 [M]. 北京: 科学出版社, 1986. 37~42.
- [19] 方小敏, 牟昀智, 奚晓霞. 兰州马衔山混杂堆积物中石英砂表面特征及环境意义 [J]. 冰川冻土, 1987, 9 (3): 251~256.
- [20] 方小敏, 史正涛, 沈明智. 试从兰州地区黄土石英砂表面特征探讨黄土物质来源、成因及环境变迁 [A]. 见: 中国西部第四纪冰川与环境 [C]. 北京: 科学出版社, 1991. 138~148.
- [21] 徐和聆, 邓寄温, 殷伟德, 吴锡浩. 干涉差偏光显微镜在第四纪沉积相分析中的应用 [A]. 见: 黄土·第四纪地质·全球变化, 第三集 [C]. 北京: 科学出版社, 1992. 133~139.

## QUATERNARY GLACIAL VESTIGES IN THE WESTERN HILLS, BEIJING

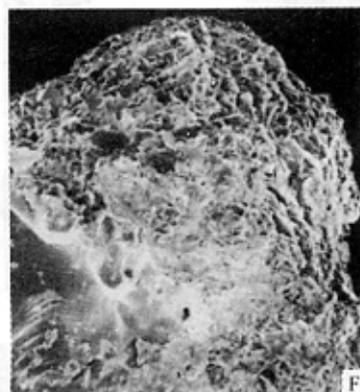
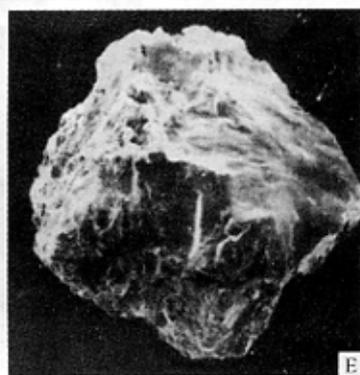
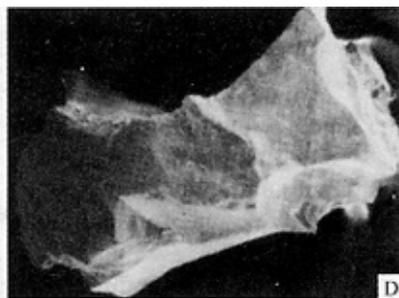
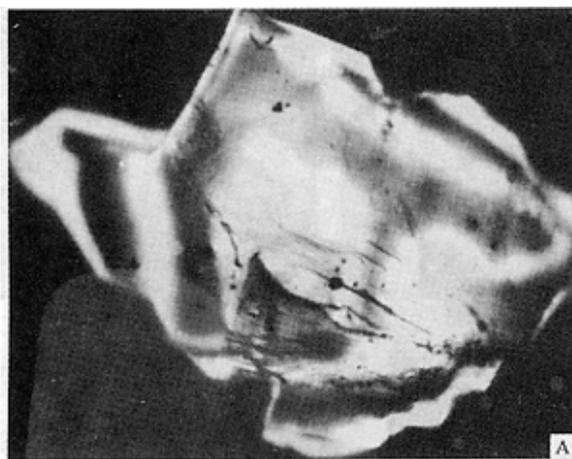
WU Xi-hao\*, JIANG Fu-chu, XU He-ling, XIAO Hua-guo  
(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081*)

**Abstract:** Quaternary glacial vestiges in the Western Hills, Beijing Municipality, have been investigated and studied from the 1950s on. However, since the 1980s, divergent views on the related palaeoglacial phenomena have been put forward by some geographers and geologists, whose main viewpoint is that the occurrence of the phenomena concerned can be explained by the nivation and solifluction in the periglacial climate. In this trip, the macroscopic and microcosmic features of the Quaternary glacial vestiges that are the key to judging and to understanding whether the palaeoglaciers were developed in the following five visited localities: glacial pavement at Moshikou, Quintuoling till of the Guantuoging glaciation on the Guantuo Ridge, till of the Zhaojiatai glaciation in the west of Taipingzhuang, the glaciofluvial deposits of the Zhaojiatai glaciation in the north of Lujiatan Township and till of the Guantuoling glaciation in the east of Dafuzhuang.

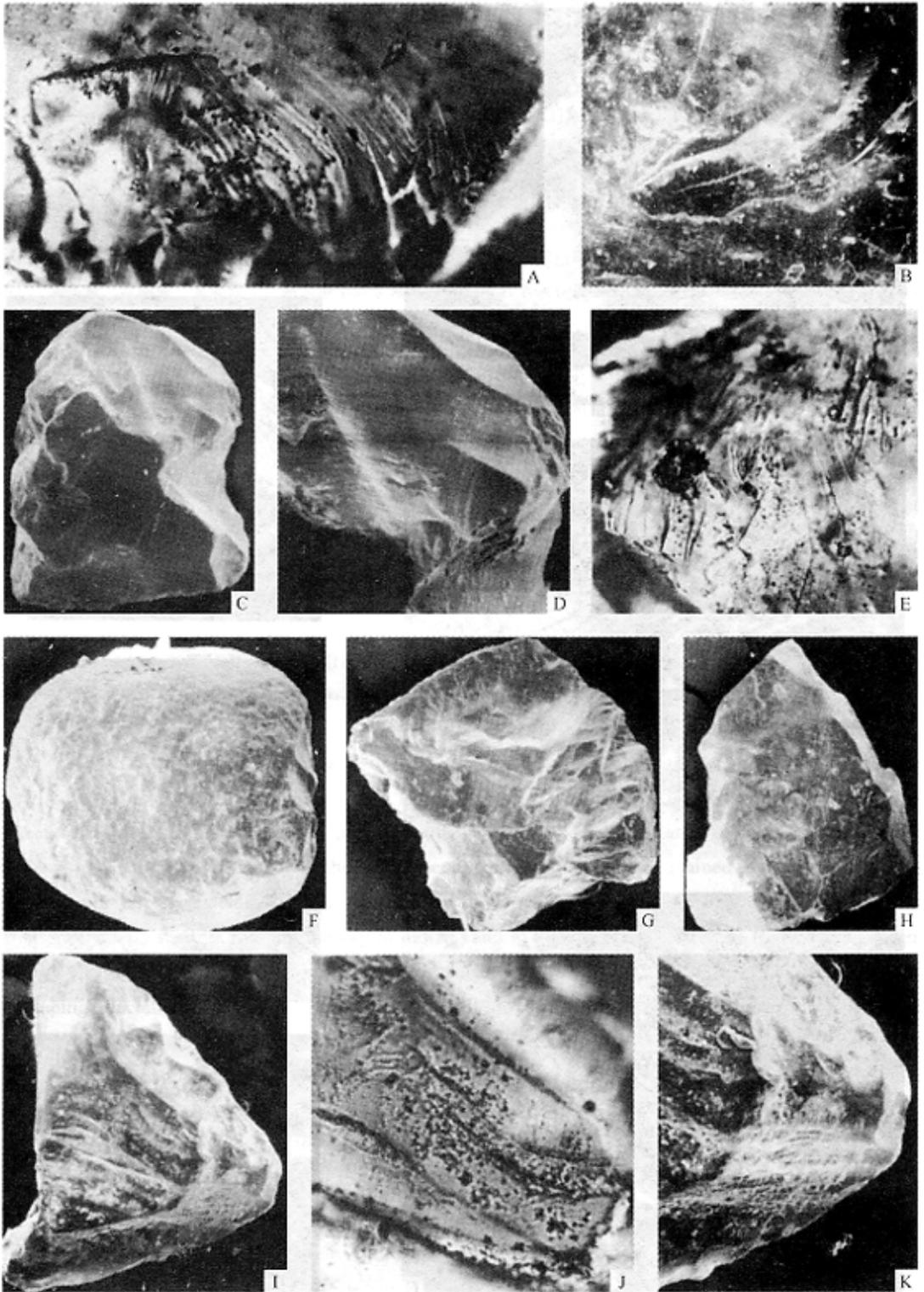
**Key words:** Quaternary glacier; glacial vestiges; Western Hills of Beijing Beijing

\* Deceased.

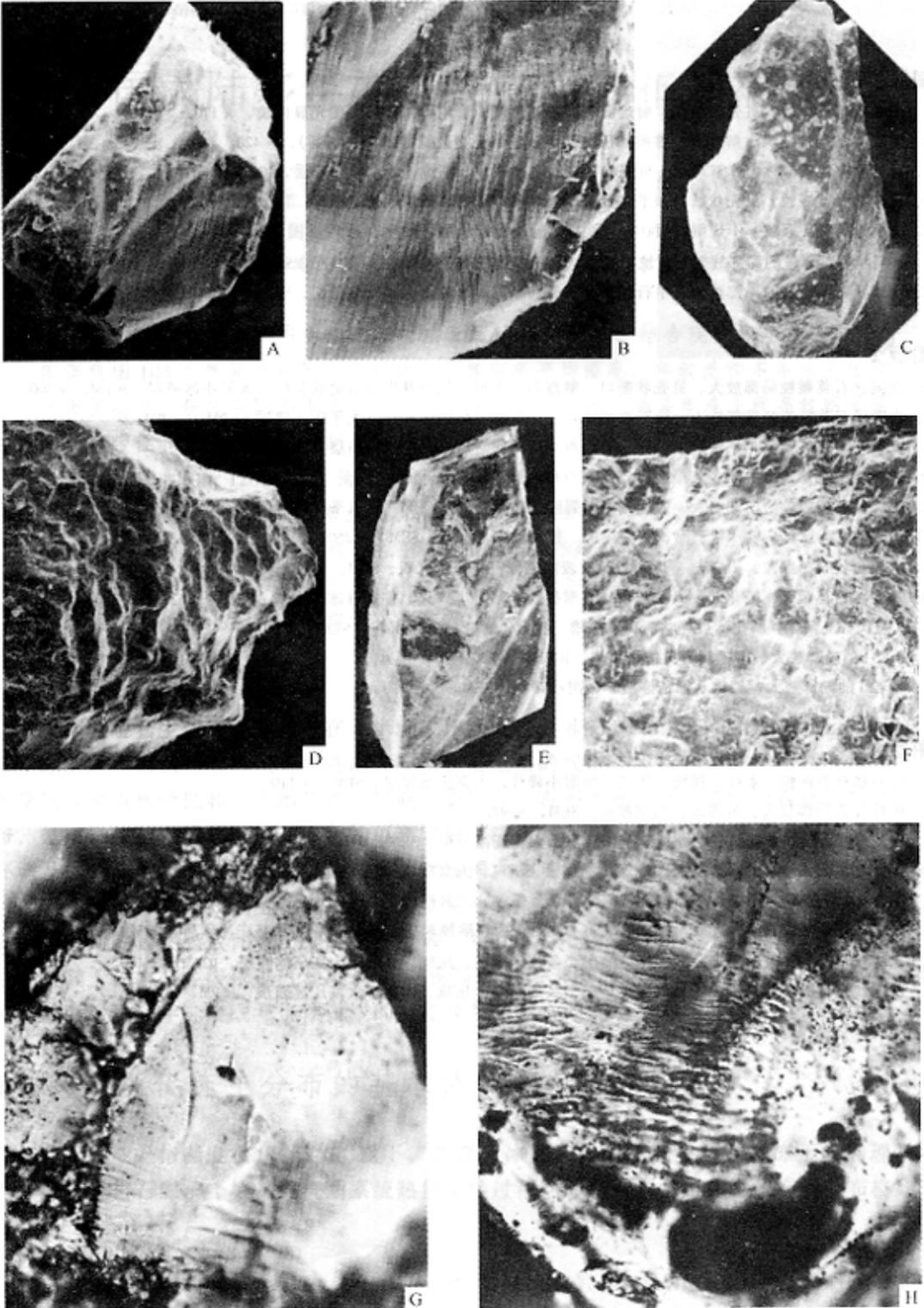
图版 I



图版 2



图版 3



## 图版说明

## 图版 1

- A. 棱角状石英颗粒, 贝壳状断口、解理面、擦痕和压坑。管垞岭冰碛层, 偏光显微镜,  $\times 170$ 。
- B. 颗粒 A 的局部放大, 解理面、擦痕和压坑, 干涉差偏光显微镜 (ICPM, 下同),  $\times 420$ 。
- C. 石英颗粒的局部放大, 解理面、贝壳状断口、上翘薄片和压坑, 管垞岭冰碛层, ICPM,  $\times 420$ 。
- D. 棱角状石英颗粒, 贝壳状断口和平整台阶。管垞岭冰碛层, 扫描电镜 (SEM, 下同),  $\times 120$ 。
- E. 次棱角状石英颗粒, 不规则表面,  $\text{SiO}_2$  淀积。管垞岭冰碛层, SEM,  $\times 110$ 。
- F. 次圆状石英颗粒的局部放大, 压坑、贝壳状断口及溶蚀现象。管垞岭冰碛层, SEM,  $\times 350$ 。
- G. 次圆状石英颗粒的局部放大, 平行擦槽、刃脊和粘附小碎片。太平庄冰碛层, SEM,  $\times 280$ 。

## 图版 2

- A. 次同状石英颗粒局部放大, 贝壳状断口, 解理面、大型压坑及其中的放射状裂纹。太平庄冰碛层, ICPM,  $\times 300$ 。
- B. 次圆状石英颗粒的局部放大, 弧形擦槽和裂纹、压坑、粘附小碎片。太平庄冰碛层, SEM,  $\times 400$ 。
- C. 次棱角状石英颗粒, 平整表面、圆化的棱边及贝壳状断口。太平庄冰碛层, SEM,  $\times 200$ 。
- D. 颗粒 C 的局部放大, 不规则断口、密集平行解理面。SEM,  $\times 450$ 。
- E. 次圆状石英颗粒的局部放大, 弧形擦痕和裂纹、粘附小碎片、麻面。太平庄冰碛层, ICPM,  $\times 350$ 。
- F. 浑圆状石英颗粒, 鳞片状表面、 $\text{SiO}_2$  淀积。鲁家滩冰水沉积, SEM,  $\times 250$ 。
- G. 次棱角状石英颗粒, 刃脊与 V 形沟相间的表面。鲁家滩冰水沉积, SEM,  $\times 120$ 。
- H. 棱角状石英颗粒, 圆化的贝壳状断口、弧形裂纹、粘附小碎片。鲁家滩冰水沉积, SEM,  $\times 52$ 。
- I. 次圆状石英颗粒, 圆化的贝壳状断口、擦槽、擦痕。鲁家滩冰水沉积, SEM,  $\times 170$ 。
- J. 颗粒 I 的局部放大, 擦槽和密集的小压坑。ICPM,  $\times 510$ 。
- K. 颗粒 I 的局部放大, 擦槽及细密擦痕、粘附小碎片。SEM,  $\times 350$ 。

## 图版 3

- A. 棱角状石英颗粒, 条纹、洼坑、压坑、粘附小碎片。大富庄冰碛层, SEM,  $\times 110$ 。
- B. 颗粒 A 的局部放大, 解理面, 细密擦痕。SEM,  $\times 300$ 。
- C. 次棱角状石英颗粒, 贝壳状断口、撞击斑痕。大富庄冰碛层, SEM,  $\times 100$ 。
- D. 次棱角状石英颗粒的局部放大, 解理面, 阶梯状断口。大富庄冰碛层, SEM,  $\times 280$ 。
- E. 棱角状石英颗粒, 平整剪切断面, 解理面, 弧形条纹。大富庄冰碛层, SEM,  $\times 120$ 。
- F. 次圆状石英颗粒的局部放大, 挤压形成的不规则表面、溶蚀现象和  $\text{SiO}_2$  沉积。大富庄冰碛层, SEM,  $\times 300$ 。
- G. 次棱角状石英颗粒的局部放大, 压碎变形、条痕、擦痕、压坑、麻面。大高庄冰碛层, ICPM,  $\times 400$ 。
- H. 次圆状石英颗粒的局部放大, 密集解理面、高的凸起、压坑、麻面。大富庄冰碛层, ICPM,  $\times 390$ 。