

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国第四纪冰期

孙殿卿 周慕林 潘建英

(中国地质科学院地质力学研究所、华北地质研究所)

中国第四纪冰期是经过极其剧烈的争论才得以确立的。我国卓越的科学家李四光教授早于 1922 年,就在太行山东麓及大同盆地发现了第四纪冰川遗迹^[1],当时未得到地质地理工作者的承认,他们认为中国没有第四纪冰期。以后又在长江下游相继找到了大量冰川流行证据^[2,3],又遭到强烈反对^[30,31]。直到三十年代中期,李四光教授在安徽黄山慈光寺 U 形谷壁上发现了确凿的冰川擦痕的证据^[4],并对江西庐山的第四纪冰川遗迹进行了详细研究^[7],以大量的确凿事实,对中国第四纪冰期进行了探讨^[5,6,8],从而为中国第四纪冰川工作奠定了基础,揭开了中国第四纪地质历史新的篇章,但反对者仍然存在。

解放后,在毛主席和中国共产党的领导下,随着社会主义建设的迅速发展,在全国范围内进行了地质矿产的普查勘探,广大的地质地理工作者发现了大量的第四纪冰川遗迹。尤其是无产阶级文化大革命以来,不少地区结合生产实践,以冰期和间冰期的第四纪气候变化规律,建立了第四纪地层表。这些事实不但肯定了我国第四纪有广泛的冰川流行,也说明了在我国社会主义建设中,第四纪冰川的研究有着重要的现实意义。

有些地质、地理工作者研究中国第四纪冰川时,多着重于中国西部(东经 105 度以西)高山地区,如祁连山^[10]、天山^[16]以及珠穆朗玛峰^[25,28]等地区,在进行现代冰川考察的同时也进行了第四纪早期冰川遗迹的研究。大量事实说明,这些地区曾经遭受了早期冰川作用是无可怀疑的。中国东部地势较低,山地海拔多在二千米以下,由于山体海拔不高,对此地区第四纪冰川流行遗迹的认识和冰期的研究,常常引起激烈争论。目前存在的主要争论是冰川作用的范围、冰期的次数、各地冰期的对比以及其地质年代等问题。这些问题也将随着我国第四纪地质的深入研究而逐渐获得解决。

近来发现的一些冰川遗迹

中国第四纪冰川遗迹,近年曾陆续予以总结^[9,14,23,24]。近期又发现了很多冰川流行的证据,现举数例摘要叙述如下:

1. 基岩冰溜面 北京西山地区,继隆恩寺山坡上发现的基岩冰溜面^[15,17]之后,又在潭柘寺赵家台山坡上发现一处基岩冰溜面(图版 I, 照片 1),经开掘露出的光滑研磨面上,有定向的两组钉头鼠尾状冰川条痕刻划在黄白色石英岩的基岩面上。

2. 漂砾和冰川条痕石 图版 I, 照片 2 是云南元谋冰蚀盆地中一块有趣的漂砾,这块 1 米直径的红色砂岩漂砾,上面有两个相邻的长碟形磨光凹面,凹面内各有 8 条及 4 条擦痕,这些钉头鼠尾状的条痕长 4—12 厘米,其延长方向和凹面长轴斜交。这种由铲刮研磨形成的凹面,其中的擦痕若非在恒稳的压力移动下逐渐刻划而成,其他成因是无法产生的。图版 I, 照片 3 为浙江天目山南麓分布较多的冰川条痕石之一,该处山麓的冰碛物可

与山上的冰蚀地形相互联系。

3. 冰碛泥砾 在中国东部常可分成三期,其中最老者称鄱阳冰期,它的冰碛物常为绛紫色,多被埋藏在山前平原下面,仅见有残存出露,但与其同时异相的冰水沉积物却分布很广。图版 I, 照片 4 为鄱阳湖畔姑塘镇所残存的鄱阳冰期泥砾。其次为红色粘土泥砾,粘性较大,保存较好,分布也广,为最常见到的冰碛物。图版 I, 照片 5 为庐山北麓羊角岭新挖出的大姑冰期红色泥砾剖面。较新的冰碛物为较疏松的黄褐色泥砾,砾石风化轻微。图版 I, 照片 6 为北京百花山地区相当于庐山冰期的黄褐色泥砾。上述三种泥砾堆积物均系杂乱无章,没有分选层理,其中常包含有条痕石、立砾及压坑、压裂等冰川作用现象。

4. 纹泥 图版 II, 照片 7 为湘西安江长迹冰期的纹泥,这种纹泥也见于北京周口店^[27]、大别山北坡霍山及滇东牛首山等地。

5. 冰川地形 冰川 U 谷地形在中国东部的某些山区仍有保存。西部山区则更清楚。图版 II, 照片 8a 为湘西雪峰山的积木驮 U 形谷。图版 II, 照片 8b 为唐古拉山 105 道班冰川 U 形谷。他处如庐山王家坡 U 形谷、黄山慈光寺 U 形谷及天目山平溪 U 形谷等,其形态均保存完好。

6. 表面构造 图版 II, 照片 9 为辽宁赤峰西老府的表面构造,含大量冰川条痕石的冰碛层推动了下伏花岗片麻岩的表层,使之产生褶曲及冲断的表面构造现象。

7. 动物群 代表寒冷气候的猛犸象和披毛犀动物群(图版 II, 照片 10),其遗体在我国东北和华北等地大量发现,仅黑龙江和吉林两省所发现的化石地点即达二百余处。尤其近年来在北京及其附近发现的德永象(猛犸象属)、披毛犀、赤鹿、原始牛、青羊等寒冷气候动物,从伴生的木材进行放射碳测定结果,认为均属于大理冰期产物。

8. 冰期和间冰期的植物群落 陕西蓝田张家坡的孢粉研究工作,论证了秦岭地区的滚兹—明德尔间冰期^[22],据渭南北庄村化石层中的球果、针叶、芽杆(*Picea wilsonii* Mast.)、种子以及孢粉组合,证明在此海拔 490 米的准平原上曾发育过云杉—冷杉森林,推算当时年平均气温应较今低 8℃,据 C¹⁴ 测定其时代距今为 23100±85 年,相当于伏尔姆冰期。周口店第一地点北京人化石层及北京人洞穴底部泥砾层的孢粉组合研究结果,证明周口店北京人化石层可以和赫尔斯斯坦(Holsteinian)间冰期对比^[21],用裂变径迹法测得第十层(北京人化石层底部)的年龄为 81±12 万年,第四层为 40±7 万年或 66±10 万年,故推测洞穴底部的“底砾石层”可能属于明德尔冰期或更老的一次冰碛物。北京城下面 12 米深处,在淤泥层中挖出的古榆树(*Ulmus* sp.)经 C¹⁴ 测定其时代距今为 29300±1350 年,其孢粉组合以草本花粉为主,乔木其次。乔木中松等针叶树花粉达 82% 以上,云杉属达 17.9%,冷杉属达 30.8%,阔叶树种花粉仅占 18% 以上。云杉、冷杉这种暗针叶林现在北京西面小五台海拔 1600—2000 米处生长,气候显然寒冷,可代表一个冰期,按 C¹⁴ 所测年代约相当于伏尔姆冰期。

若干地区第四纪冰期简介

据各地以冰期和间冰期为依据所建立的第四纪地层表看来,多数可分为三至四次冰期,个别地区有五次,甚至有六次冰期的显示。现选几个地点予以略述。

1. 北京市及华北平原北部地区的冰期研究工作,早在十余年前即有报导^[14,17]。近年来由于大办农业,掀起以改土、治水为中心的农田基本建设新高潮,进行了大量水文地质勘探工作,为第四纪冰期的划分提供了新资料。这些新资料中,特别值得提出的是更新世早期泥河湾组底部的冰期遗迹和北京地区更新世晚期大理冰期气候的发现具有重要意义。河北平原及其周边的大规模水文地质勘探工作,揭露了太行山东麓至河北平原下面所埋藏的冰碛扇及其辽阔的外冲平原冲积层。北京市的第四系,据地质钻探、孢粉分析及岩矿鉴定等资料,共划分了四次冰期和三次间冰期。最老的称朝阳冰期,为规模较大的山麓冰泛,已风化的杂色泥砾被埋藏在海面下四、五百米深处,由京津间的廊房钻孔500米深处所取出的岩心鉴定结果,确定这层含小漂砾的长石砂层是杂色泥砾的冰水相沉积,并且延展到天津市地面下600米深处。朝阳冰期的孢粉组合以云杉、冷杉为主,残留少量第三纪孑遗的铁杉、枫杨等。第二冰期称龙骨山冰期,以周口店北京人洞穴底部泥砾为代表,其中含有阴地蕨、卷栎等。第三冰期称碧云寺冰期,以黄土泥砾层及冰水黄土砾石层为代表。第四冰期称百花山冰期,以高山地区浅黄色冰碛物及冰蚀地形为代表。在上述四次冰期之间,三个间冰期时期和百花山冰期以后,在华北平原东部均发现规模不等的海侵现象^[29]。

2. 北京西山至太行山及秦岭北麓,一般可划分3—4次冰期^[13,14,17,19,20]。北京西山及太行山地区,在阳原盆地泥河湾组下面发现的一套绛紫色有条痕石的冰碛层,可能与在河南三门峡地区的三门组下面经钻探揭露的一套含条痕石的冰碛物层位相当,同属于更新世早期的冰碛物,其特点为半成岩化并经过构造变动。在三门峡会兴镇的淡黄色泥砾层中找到不少钉头擦痕砾石,这些砾石来源于四十公里以外的中条山^[18]。此外,黄河的窑头沟地点,在东岸泥砾层下的砂质粘土层中发现褶皱错动现象,此现象仅限于泥砾层下1—2米厚的砂质粘土层内,下面的浅灰色粘土层则平铺如故,未受影响,显系表面构造^[12]。在会兴镇三门组第五层含条痕石的泥砾层中含大量云杉和冷杉孢粉^[11]。秦岭主峰太白山海拔3900米,角峰、冰蚀湖等保存完好,三道终碛垄的海拔高度为3120—3200米,称为太白冰期^[19],与伏尔姆冰期相当。

3. 东北大兴安岭及长白山一带的第四纪冰川一般分为3—4期。最老的冰碛物分布很广,在大兴安岭东麓各山口均出露了这期灰白色泥砾,其中砾石有磨光面及凹面,在凹面中有细钉头鼠尾状擦痕,砾表为淡黄色腊状粘土所包裹,滑腻透明,化学分析为伊利石,称为白土山组冰碛层,为山麓冰泛,广泛分布在松辽平原,储存了丰富的地下水。洮儿河冰期的冰碛物为埋藏在地面下30—70米深的灰黄泥砾,胶结紧密,其平均渗透系数仅0.27米/日,为不透水层。镇西冰期的冰碛物广泛分布在各河谷中,为棕黄泥砾,也是不透水层。在绰儿河中游发现本期纹泥,其冲断面正倾向冰川谷上游,显示冰川流动时的定向压力作用。白头山冰期以白头山周围的冰斗为代表。当大兴安岭及长白山一带发生冰川时期,松嫩平原则处于冰期气候中,最近在哈尔滨郊区海拔194米的黄山,于盛产猛犸象、披毛犀化石的地层中,发现云杉树干残体以及以云杉占优势的孢粉组合^[26]。

4. 在长江中上游的湖南、四川一带所建立的第四纪地层表一般分四次冰期。最老的一次冰川遗迹在金沙江畔切割较深处显露出来。据残存的冰川遗迹所恢复当初古地理情况,可看出这是一次规模巨大的树枝状山谷和山麓冰川。在这次冰期的某些冰蚀洼地底部还残存有泥砾和纹泥,泥砾层中的孢粉以冷杉、云杉为主的寒温带针叶林居优势。在上述

大部分的冰蚀洼地中都填充了第一次间冰期的河湖相沉积。第二次冰期冰川展布的范围较第一次者为小,但遗迹保存较多,主要为红褐色冰碛物。第二次间冰期常为河湖相沉积,经长期湿热化后多发育成网纹红土,植被为亚热带山地落叶阔叶树和常绿阔叶树混交型。第三次冰期一般是规模较小的山谷冰川,多未下达山麓而消融,遗留下黄褐色或棕黄色泥砾。第四次冰期遗迹多在高山地区,冰蚀及冰碛地形甚为清楚,并遗留未风化的块砾。上述各冰期之间多为风化壳、古土壤层等间冰期地层所分隔。此外,在滇东、黔西地区划分了五次冰期,云南元谋地区有划分六次冰期的意见^[27],对元谋组进行了古地磁测量,认为含元谋人(*Homo erectus yuanmoensis* subsp. nov. Hu)化石的层位应属于松山(Matuyama)倒转极性世中的吉尔莎(Gilsa)事件(1.61—1.79 百万年),在元谋组底下的龙川冰期冰碛物可能为中国第四纪最早的一次冰期。

5. 位于长江三角洲的上海市,为控制地面沉降详细研究了第四系。据 1975 年上海钻孔岩心的孢粉分析结果,可划分出四次冷暖气候周期。按由深部基岩至地表的顺序(由下而上),第一个寒冷干燥时期为杂色粘土,含松属、冷杉属、禾本科、桦属、云杉属等花粉。第二个凉冷干燥时期为黄褐色粘土层,含松属、榆属、冷杉属、栎属、云杉属、桦属等花粉。第三个气候略冷时期为青灰色亚粘土层,含栗属、栎属、藜科及冷杉属等花粉。第四个气候干冷时期为暗绿色粘土层,有禾本科、栉科、蒿属、桦及菊科等花粉。在上述各个具有寒凉花粉地层之间,均被含有湿热温暖气候的阔叶植物花粉地层所分隔。本区地层所反映的气候冷暖周期,基本与长江下游庐山等地的 3—4 次冰期气候相适应。地表下 25 米左右的暗绿色粘土层相当于大理冰期产物,其上、下均为含有孔虫、介形虫及软体动物的海相地层,为导致上海地面沉降的主要压缩层。

冰期对比及简要说明

自《中国冰期之探讨》^[6]一文发表以来,经全国地质地理工作者多年实践的验证,大都认为李四光教授在四十年代所提出的四次冰期的意见基本符合于中国的实际情况,并广泛采用。现将中国部分地区的第四纪冰期初步对比予以简要说明(见附表)。

从中国若干地区的事实来说,目前一般情况下,暂划分为四次大的冰期。第一个冰期为更新世早期的鄱阳冰期,这是一个占第四纪地质时代相当长的冰期,其下限尚待进一步研究。冰川遗迹地表保存较少,常埋藏深处靠钻探揭露。由它残留的遗迹在空间的分布看来,是规模较大的山麓冰泛。冰碛物为半成岩化“砾岩”状的绛紫、灰白或杂色泥砾及其冰水砾石层,胶结坚硬,受到地质构造的变动,发生倾斜、断裂和冲断等,风化很重。如天山的“西域砾岩”、祁连山玉门砾石层底部的玉门泥砾以及河北阳源红崖村的冰碛层等,这些古老的冰碛物以往曾被认作新第三纪的“砾岩”。

第一间冰期为厚达数百米的河湖相沉积,在华北以往以泥河湾组及三门组为代表,目前对此地层又开展深入研究。在西南金沙江一带为产褐煤的昔格达组,而元谋组除产褐煤以及热带和南亚热带孢粉组合外,在元谋组上段还发现了元谋人化石、旧石器和用火炭屑烧骨的遗迹。近年来在山西芮城发现成批的哺乳动物化石和石器,称为西侯度文化期,它可能是代表我国目前所知的最古老文化期。

第二冰期称大姑冰期,为规模较大的高山冰盖或山麓冰泛,目前其冰碛物及冰蚀、冰

中国第四纪冰期初步对比表

(附表)

地 区 冰期 名称	珠穆朗玛 峰 ^[28] (1976)	天山 ^[23] (1976)	北京地区 (1976)	渤海湾西部 (沧州地区) (1975)	东 北 (1975)	华 北 (1976)	云南元 谋 ^[27] (1976)	滇东黔西 (1976)	湘 西 (1975)	江西庐 山 ^[7] (1947)
小 冰 期	绒布德小冰期	皮牙子里克 (土格别里齐)								
冰 期	珠穆朗玛冰期 绒布寺 阶段	塔克拉玛 (破城子)	百花山	第四冰期	白头山	大 理	大 理	大海子	雪 峰	
间 冰 期	间阶段	诺 什 卡	乌兰期	第三冰期	镇西—白头山	丁村期	四 家 村	大龙潭— 大海子	铁山—雪峰	
冰 期	基龙寺 阶段	台 兰 (克茨布拉克)	碧云寺	第三冰期	镇 西 (诺敏河)	卢 山	东 山	大龙潭	铁 山	卢 山
间 冰 期	加布拉	台兰—柯克 台不爽	周口店期	第二冰期	洮儿河—镇西	周口店期	月 龙	海子头— 大龙潭	长迹—铁山	大姑—庐山
冰 期	聂聂雄拉	柯克台不爽	龙骨山	第二冰期	洮 儿 河 (绰纳河)	大 姑	中 山	海子头	长 迹	大 姑
间 冰 期	帕 里	?	泥 河 湾 期	第一冰期	白土山—洮 儿河	公王岭期	牛王山	梨园村— 海子头	桐木—长迹	鄱阳—大姑
冰 期						鄱 阳	马 头 山	梨园村		
间 冰 期	希夏邦马	?		第一冰期	白土山	西侯度期	元谋冰期	龙潭村— 梨园村	桐 木	鄱 阳
冰 期			朝 阳			龙 川	龙 川—元谋	龙潭村		

积地貌仍有保存。一般常见的有风化较深的棕红色泥砾及冰川谷,是中国东部一个较易辨认的冰期。此冰期在庐山地区又分为谷山段和高垄段。

第二间冰期即相当于周口店期的大间冰期,为重要的红壤化作用时期,潮湿炎热的气候影响全国,广大地区产生红土风化壳,成为本间冰期的一个重要标志层。北京周口店期的北京人和旧石器称为北京人文化期。在陕西蓝田公王岭地区所发现的蓝田人,认为较北京人要老,称为蓝田人文化期,古脊椎动物与古人类研究所将其另列为公王岭期。在此较长的间冰期内,中国东部普遍发育了网纹红土,西部则产生大片巨厚的河相砾石层。

第三冰期称庐山冰期,一般为规模较前为小的山谷冰川,局部呈山麓冰泛。冰蚀地形和终碛垄、冰水—冰碛阶地等保存完好,冰碛物是褐黄色黄土泥砾及冰水黄土砾石层。庐山冰期的泥砾在中国东部山区多见于海拔800米以上的部位,在西部高山地区则多在2000米以上。庐山冰期的黄色冰碛物结构较疏松,砾表风化轻微,由于所处部位较高,易与其他冰期区别。

第三间冰期在华北为迁安组或萨拉乌苏组的河湖相沉积,有纳玛象—晚期鬣狗动物群。在陕西称乾县组,黄土类地层,产新人化石。在山西襄汾县有丁村文化遗址,称为丁村人文化期。最近在周口店第四地点发现龙骨山人化石,伴生有动物群和喜暖的乔木,如朴属、桑科等孢粉。本间冰期有古土壤、石灰华、铁锰风化壳等,常见鸵鸟蛋、赤鹿、原始牛等化石,反映当时气候干旱多风沙。

第四冰期称大理冰期,多为冰斗山谷冰川,一般多位于3000米以上地带,在山区残留有冰斗及冰蚀湖,其冰碛物新鲜、色浅、风化微弱。在此时期堆积有风成黄土。此冰期的严寒气候影响到山前平原和滨海平原,对海生和陆生的软体动物群、有孔虫、介形虫以及孢粉组合均有显著变化。冰期的放射性碳年代(从1950年算起)约开始于距今7万年左右,结束于距今1万年左右。在大理冰期之中的亚间冰期发生了“献县海进”,其起止时期约44000—29000年,海侵的范围在渤海湾天津沧州一带、海州湾连云港一带以及长江口上海市一带的地面下—20至—40米深处均有遗迹。值得注意的是大理冰期中各文化遗址的研究,使我们进一步了解新人阶段的人类和自然界严寒条件作激烈斗争时智慧上产生的飞跃。山西朔县峙峪遗址经 C^{14} 测定其年代距今 28135 ± 1330 年,适值伏尔姆冰期最盛时期的较早阶段,周口店山顶洞人(C^{14} 测定距今 18865 ± 420 年)已制作骨针缝兽皮为衣以御寒,用火煮食取暖,此时称为山顶洞人文化期。

小 结

1. 中国第四纪冰川类型以山谷冰川和山麓冰川为主,就其规模来说,一般是冰期愈老规模愈大,间冰期愈长。

2. 中国大部分地区可划分为四次冰期。西部高山地区3次冰期的遗迹甚为明显,此外还存在着小冰期。中国西南部一般可见到4次冰期,局部地区有划分5次甚至6次冰期者。

3. 中国东部按冰碛物特征来说,相当于鄱阳冰期的冰碛物,以绛紫色泥砾为主,风化程度很深,常胶结成砾岩状,一般出露于地面者较少,并经过构造变动而呈倾斜产状。相当于大姑冰期的一般为红色粘土泥砾,风化较深,冰碛层厚且分布较广。相当于庐山冰期的

冰碛物则为结构松散的黄土泥砾，仅零星散布在山区。至于大理冰期的冰川遗迹主要残存在高山顶部，但冰期气候对动植物群的影响以及导致海面的变化却十分明显。

4. 本文所述中国各地的冰期，均可与李四光教授提出的鄱阳、大姑、庐山、大理四次冰期对比，并与欧洲的滚兹(Günz)、明德尔(Mindel)、里士(Riss)、伏尔姆(Würm)四次冰期遥遥相对，似可相与试比。

参 考 资 料

- [1] 李四光 1922 华北挽近冰川作用的遗迹。原文载于英国《地质杂志》，第 59 卷，第 691 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975 年。
- [2] 李四光 1934 扬子江流域之第四纪冰期。原载《中国地质学会志》，第 13 卷，第 1 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [3] 李四光 1934 关于研究长江下游冰川问题材料。原载《中国地质学会志》，第 13 卷，第 3 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [4] 李四光 1936 安徽黄山之第四纪冰川现象。原载《中国地质学会志》，第 15 卷，第 3 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [5] 李四光 1940 鄂西川东湘西桂北第四纪冰川现象还要。原载《地质论评》，第 5 卷，第 3 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [6] 李四光 1942 中国冰期之探讨。原载旧中央研究院《学术汇刊》，第 1 卷，第 1 期。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [7] 李四光 1947 冰期之庐山。原载旧中央研究院地质研究所专刊乙种第二号。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [8] 李四光 1947 贵州高原冰川之残迹。原载《中国地质学会志》，第 27 卷。《中国第四纪冰川》。科学出版社，1975。
- [9] 孙殿卿 1957 《中国第四纪冰川遗迹纪要》。科学出版社。
- [10] 中国科学院高山冰雪利用研究队 1958 《祁连山现代冰川考察报告》。科学出版社，1959。
- [11] 宋之琛 1958 三门系植物化石和孢子花粉组合的研究。《中国第四纪研究》。第 1 卷，第 1 期。
- [12] 孙殿卿 1959 关于三门峡第四纪地质的几个问题。《三门峡第四纪地质会议论文集》。科学出版社。
- [13] 贾福海 1959 对黄河三门峡水库三门系的初步认识。《三门峡第四纪地质会议论文集》。科学出版社。
- [14] 孙殿卿、杨怀仁 1961 大冰期时期中国的冰川遗迹。《地质学报》，第 41 卷，第 3—4 期。
- [15] 纳里夫金 Л. B. 1961 亚洲地质史的光辉一页。《科学通报》，第 12 卷，第 4 期。
- [16] 中国科学院新疆分院 1964 《新疆冰川积雪研究》(论文集)。
- [17] 李四光 1964 华北平原西北边缘地区的冰碛和冰水沉积。《中国第四纪冰川遗迹研究文集》。科学出版社。
- [18] 李捷 1964 河南陕县三门峡第四纪冰川遗迹。《三门峡第四纪地质会议论文集》。科学出版社。
- [19] 严阵等 1964 东秦岭第四纪冰川遗迹。《中国第四纪冰川遗迹研究文集》。科学出版社。
- [20] 曹照垣等 1964 太行山东麓漳河—滹沱河间第四纪冰川现象。《中国第四纪冰川遗迹研究文集》。科学出版社。
- [21] 徐仁 1965 中国猿人时代的北京人气候环境。《中国第四纪研究》。第 4 卷，第 1 期。
- [22] 中国科学院植物研究所、地质部地质研究所新生代孢粉组 1966 陕西蓝田地区新生代古植物学的研究。《陕西蓝田新生界现场会议文集》。科学出版社。
- [23] 李永昭等 1973 中国第四纪冰期的探讨。《地质学报》，第 1 期。
- [24] 南京大学地理系 1974 《中国第四纪冰川与冰期问题》。科学出版社。
- [25] 郭旭东 1974 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区第四纪气候之变迁。《地质科学》，第 1 期。
- [26] 吉林省地理研究所沼泽研究室孢粉组 1976 哈尔滨黄山剖面的孢粉组合及古气候探讨。《吉林地理研究所地理集刊》。第 1 号。
- [27] 李普等 1976 用古地磁方法对元谋人化石年代的初步研究。《中国科学》，第 6 期。
- [28] 郑本兴、施雅风 1976 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第四纪地质》。科学出版社。
- [29] 林景星 1977 华北平原海进海退现象的初步认识。《地质学报》，第 2 期。
- [30] Barbour, G. B. 1931 The Taiku deposits and the problem of Pleistocene climate. Bull. Geol. Soc. China, Vol. X, p. 71.
- [31] Barbour, G. B. 1934 Analysis of Lushan glaciation problem. Bull. Geol. Soc. China, Vol. XIII, p. 647. (内部参考资料从略)

QUATERNARY GLACIATIONS IN CHINA

Sun Tien-ching, Chou Mu-lin, Pan Chien-ying

*(Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological
Sciences and North China Institute of Geology)*

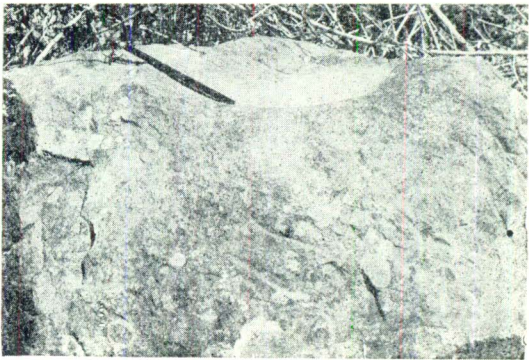
Abstract

In recent ten and more years, a great amount of data relating to Quaternary climate changes in China, including animal and plant remains indicating cold and warm climates, glacial and interglacial deposits and other evidence on glaciation, have been obtained through extensive geological work both in the mountainous regions and plains.

From these data, it can be seen that there exist four glacial (five locally) and three interglacial periods in most parts of China. During each of the three interglacial periods as well as after the fourth glacial period, i.e. the Tali glaciation, there had been advance of the sea in eastern China, especially the eastern part of northern China. As to their distribution and correlation, a further study is required.



照片 1 基岩冰溜面
(北京西山潭柘寺赵家台)



照片 2 冰川漂砾
(云南元谋)



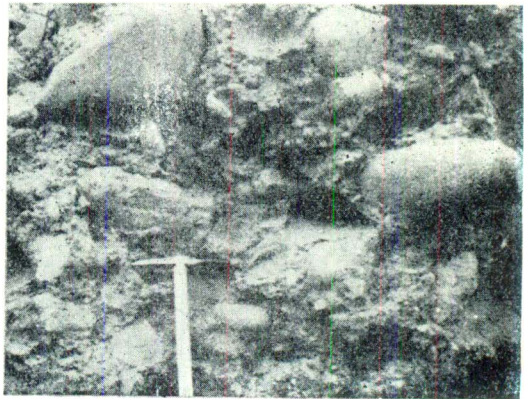
照片 3 冰川条痕石
(浙江天目山)



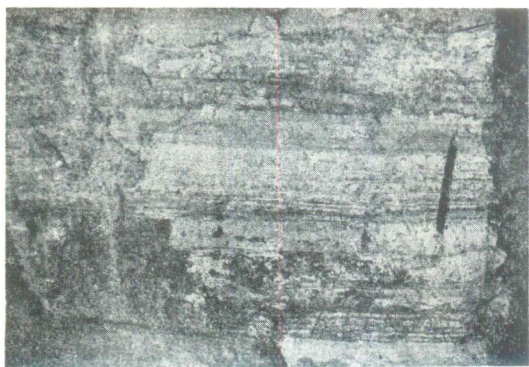
照片 4 鄱阳冰期泥砾
(江西鄱阳湖姑塘镇)



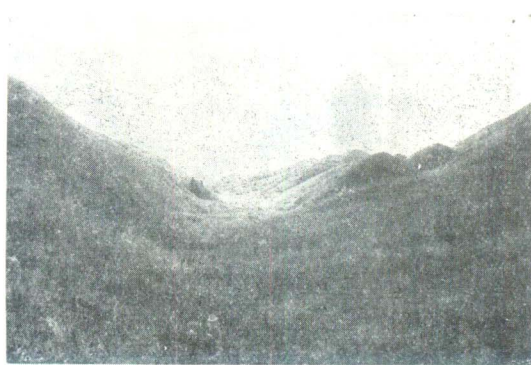
照片 5 大姑冰期泥砾
(江西庐山羊角岭)



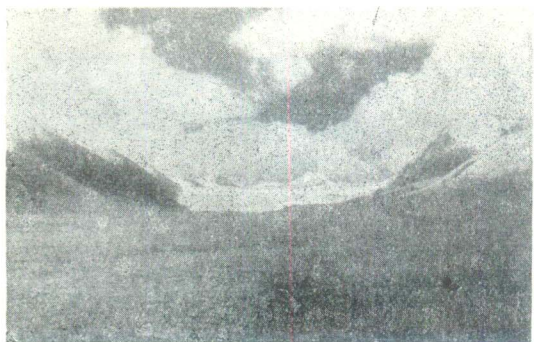
照片 6 庐山冰期泥砾
(北京百花山)



照片 7 纹泥
(湖南安江长迹冰期)



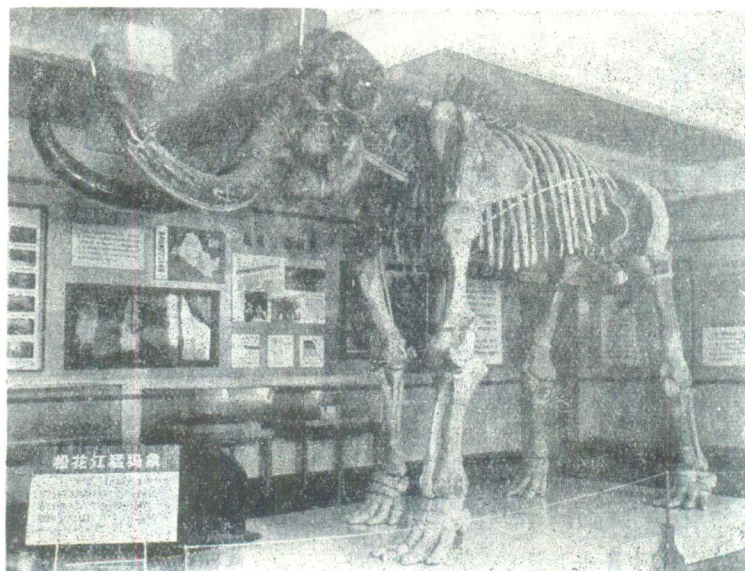
照片 8 a 冰川U形谷
(湖南雪峰山积木驮)



照片 8 b 冰川U形谷
(唐古拉山 105 道班, 海拔 4800 米左右)



照片 9 表面构造
(辽宁赤峰)



照片 10 松花江猛犸象化石
(黑龙江肇源县, 身长 5.45 米, 体高 3.33 米, 门齿长 1.43 米)