

论李四光教授的庐山第四纪冰川是对泥石流的误读

施雅风^{1,2)}

1) 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 冰冻圈科学国家重点实验室, 兰州, 730000;

2) 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京, 210008

内容提要: 李四光教授 1933 年提出庐山存在第四纪冰川, 是否确实, 长期处于争论之中, 争论的焦点在于庐山较广泛分布的泥砾混杂堆积到底是冰期冰碛还是泥石流堆积。笔者经多年研究得知: (1) 牯岭站海拔 1165m, 现代气候记录告知, 7 月之气温必须下降 20℃, 处此高度的庐山才具备积雪成冰的条件, 从而判断中纬度山地冰期降温无此可能; (2) 沉积物特征包括砾石组成、砾径变化、基质组成、沉积结构、色泽、粘土矿物、擦痕特点等表明主要是泥石流堆积而非冰碛; (3) 包围砾石的网纹红土与孢粉组成表明, 沉积时期为暖温带—亚热带湿热环境, 而非寒冷冰川环境; (4) 借助何培元等著作中古地磁年代以及高价铁与低价铁元素之比值推算古温度, 如上述推算古温度的方法正确, 就可推断李四光所定庐山冰期、大姑冰期、鄱阳冰期及何培元定的大排冰期基本上在中国西部与北半球处于间冰期的时段内, 排除了具有积雪成冰川的可能性。李四光的学术误解及其社会名望导致中国东部第四纪冰川的研究走过了一段弯路。

关键词: 第四纪冰川假说; 泥砾混杂堆积; 泥石流; 冰期—间冰期; 庐山

李四光(1989~1972)先生是我国老一辈杰出地质学家, 中国地质事业的重要领导人之一, 有多方面贡献, 但他倡导的第四纪冰川学说却有重大失误。1931年在江西庐山考察途中, 李见到山上平底U形谷、漏斗形洼地、山麓泥砾混杂堆积, 还有一些远离基岩数千米并带有擦痕的巨砾。他认为已找到第四纪冰川“显著有力和有概括性的证据”。1933年, 李四光在中国地质学会第十次年会详细报告了庐山冰川遗迹, 发言讨论的多位中外学者均持怀疑态度。次年, 他又邀请4位中外学者一同考察庐山。对于李先生所持的基本观点, 其中三位反对, 一位依违两可, 其中 G. B. 巴博尔撰文申述了反对理由(Barbour, 1934)。1936年, 李四光在黄山花岗岩壁上发现几条宽浅凹痕, 认定是冰川擦痕, 得到 H. Von. Wissman (1936) 支持。1937年, 李撰《庐山之冰期》(1947年印行), 总结庐山研究成果, 表明庐山第四纪冰川模式已经确立。李四光认定第四纪冰川在中国东部中低山地广泛分布, 他说:“从低地冰川扩展的纬度而言, 我们的亚洲大陆确是突破了地球上所有大陆的记录”(Lee, 1933)。事实果真如此吗? 鉴于此问题是中国地学界意见分歧影响至为深远的重大问题, 笔者于1981年偕

崔之久、李吉均、E. Derbyshire 等多位在冰川区工作富有经验的同仁赴庐山实地考察, 领会庐山某些地形和沉积物虽与冰川遗迹相似, 但却非冰川所成。由于李四光先生对第四纪冰川认识有相当误解, 笔者于1981年先撰“庐山真的有第四纪冰川吗?”一文(施雅风, 1981)发表, 引起一场争论。其后与崔之久、李吉均等多人合作《中国东部第四纪冰川环境问题》一书(施雅风等, 1989), 系统阐明了我们的认识。尽管此书获得黄汲清院士(1989)“内容丰富, 论证精详, 他们的结论基本上否定了李四光学派的成果和观点, 这是一件好事”的好评, 并于1991年获中国科学院自然科学二等奖, 但我们为此撰写的专著约60万字, 可能因其内容过于冗长, 阐述方式又过于专业化, 不易为广大读者认识与接受。事隔多年, 此问题依然未得以澄清, 故特撰此文, 专论李四光先生误解之所在。

1 庐山西北麓混杂泥砾堆积实为泥石流所致

庐山西北麓大片泥砾(boulder-clay)堆积, 被李四光先生(1947)定为大姑冰期的冰碛, 即大姑冰期时的山麓冰川堆积。李四光先生所定山麓冰川有

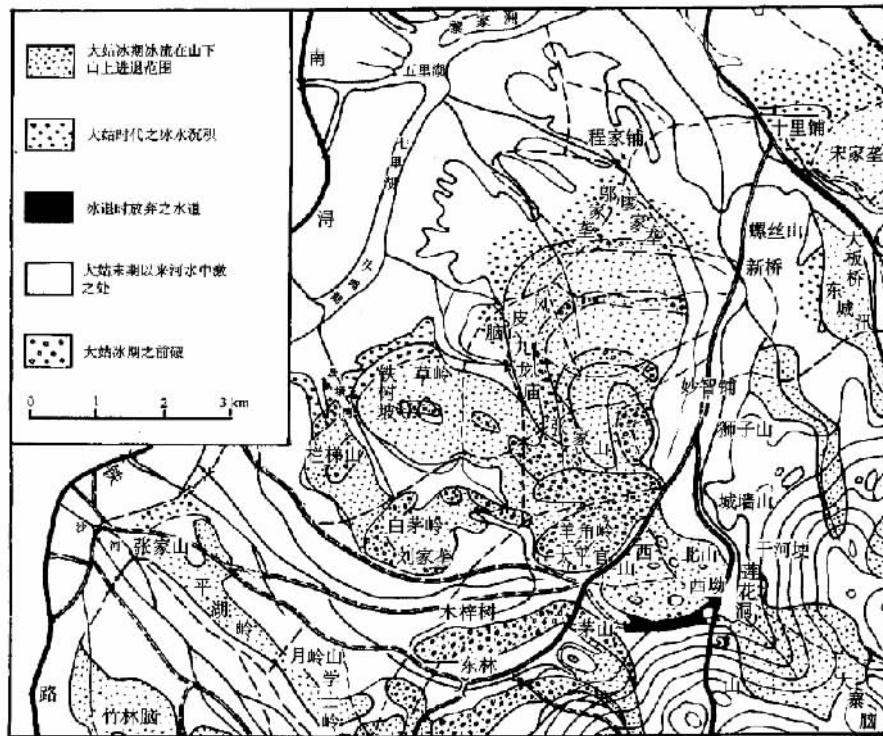


图1 李四光想象大姑冰期中莲花冰汛
[引自《冰期之庐山》(李四光,1947),]

Fig. 1 The Lianhua (Lianhua) pediment glaciation during the Dagu Glaciation in Lee's mind [From "Quaternary Glaciations in the Lushan Area" (Lee J S, 1947), the attached figure (Map of Lushan)]

7条之多,冰碛分布最广,其中莲花冰汛如图1所示。

李四光(1947)在《冰期之庐山》中说道:“庐山附近最普遍之冰碛物,厥为粘性红泥,其中杂以石块,大小不等,形状亦异,其棱角半已丧失,但鲜有极圆者。此种泥砾,互相混杂,不分层次,砾之排列,亦无章法,或平列,或斜列,或直立,随地而异”。具有上述特征的堆积固然不能用常规河流的沉积物来进行解释,在当时人们普遍对泥石流尚缺乏了解的情况下,李四光将之归因于冰川作用亦无可厚非。而笔者在西部高山地区考察过多条现代冰川与第四纪冰川,并有机会亲自观察到泥石流爆发的实地景象。尤其亲眼见到粘性泥石流可以驮运大石块,见到大规模滑坡在谷壁磨擦成较深

的刻槽与擦痕等现象。因此,当笔者看到庐山山麓泥砾混杂堆积时,就判断可能是泥石流所成,而非冰川沉积。

那么,应如何区分冰川作用和泥石流作用呢?山谷冰川是塑性流,可以将源头大石块包裹着一直运送到冰川末端而形成终碛。细粒冰碛是以粉砂为主,粘土反较少,所成条痕石或基岩上擦痕一般均有擦面。雪线以上冰川积累区面积应占整个冰川面积(即AAR值)40%~80%。而泥石流,则是由泥浆与石块共同组成的特殊流体,暴雨时山口以上崩塌物质与洪水搅拌而成,在粘土成份很重的粘性泥石流地段,能驮运石块较大而且集中。粘土成份较轻的稀性泥石流段就无力驮运较大石块,而较小石块可在谷床滚动,更下游,泥石流转化为洪水,只能搬动粗砂和细砾了,带条痕石块都有石块相互碰撞所成的撞击坑。泥石流

沿沟沉积多呈条带状(图2)。

对李四光称为“莲花冰汛”的羊角岭堆积扇泥砾层的厚度、最大砾径、砾石磨圆度,从上游至下游分别作了测量比较,数据如表1。

从上表所列的数据可看出,上游至下游泥砾层出露厚度逐渐变薄,巨砾砾径逐渐变小,砾石磨圆度逐渐变好,清楚地表明了羊角岭堆积扇是泥石流堆积而不是冰川堆积。包裹砾石的网纹红土显然是在

表1 羊角岭堆积扇泥砾层厚度、最大砾径、砾石磨圆度随距沟口距离的对应变化
Table 1 The variations of thickness,granularity and gravel of the Yangjiaoling debris flow changed with their distances from the gully mouth

地点	陈家岭(沟口内)	羊角岭(扇顶).	白马岭	汪家村	罗家大屋(下游)
高程(m)	330	220	110	60	50
距沟口距离(km)	0	2.0	5.0	5.5	6.5
泥砾层出露厚度(m)	8~10	5~8	2~4	0.6~1.5	0.3~0.8
最大级巨砾直径(m)	1.50	1.26	0.90	0.8	0.50
砾石磨圆程度	棱角完好	棱角至次棱角状	次棱角状	次球状	次球状

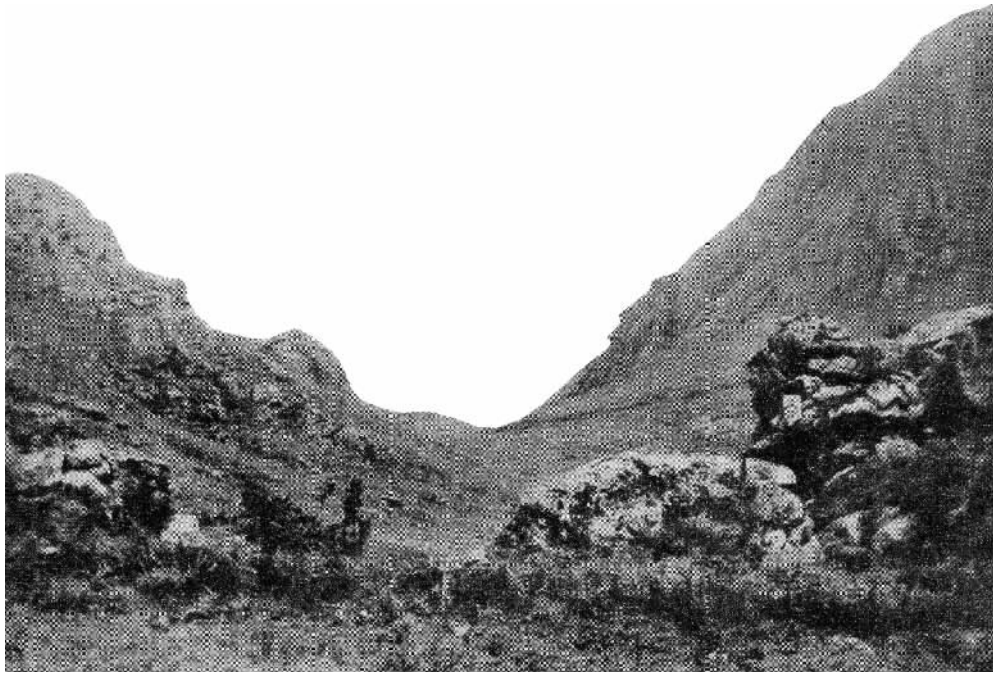


图3 大坳“冰斗”正面照片 [引自《冰期之庐山》(李四光,1947,图版 I)]

Fig. 3 Front image of the Da'ao Cirque [Duplication from "Quaternary Glaciations in the Lushan Area"(Lee J S, 1947) Plate I]

强烈湿热环境下形成的,李四光的解释是:原始状态处于冰川寒冷环境,土色不红也没有网纹,只是到了后来间冰期才经历湿热风化作用。为了解原始环境,我们在现场采集了红土样品,请原河北地质学院孢粉实验室鉴定,他们从中找到100颗孢粉,其中有榆属(*Ulmus*)、柳属(*Salix*)、栎属(*Quercus*)、胡桃(*Juglans*)、枫香(*Liquidambar*)、杜鹃(*Ericacen*)等温带—亚热带植物,足以证明原始状态不存在寒冷冰川环境(施雅风,邓养鑫,1982)。由此证明李四光先生完全搞错了。稍早,姚檀栋(1981)据李四光的大姑冰期冰川范围计算积累区比值(AAR值),结果表明,大姑冰期7条冰川的雪线出入于300~600 m,冰川总面积212.9 km²,积累面积25.2 km²,只占12%,这样,消融区面积达到了88%,真正的冰川不可能出现如此反常的现象,由此反证大姑冰期学说是经不起检验的。

2 庐山大坳凹坡系雪蚀—泥石流凹坡并非冰斗

李四光先生认为庐山最典型的冰川侵蚀地形是大坳冰斗。大坳位于大月山砂岩背斜西北侧,王家坡谷地东南侧,海拔1100~1300 m。李称大坳“四壁颇峻峭,凹底巨石堆积甚多”,但“后壁峻峭不如

寻常冰斗之甚,其上部破碎岩块倾下,后壁之下部为之填塞”。李吉均等(1989)实地观察,见后壁覆盖的碎石不多,倒是近出口处,岩块集中如石河,以下至王家坡成为砾石扇形,如图4所示。

这里出现了另一问题,应怎样区别冰斗与雪蚀洼地? 先讲冰斗必须具备的特征。冰斗产生于雪线(或称平衡线)附近,雪线以上至山顶是冰雪和风化碎石积累沉降区,雪线以下是冰雪消融冰层碎石上升出露区,两者达成动态平衡。Lewis(1949)提出并证实的旋转滑动理论可

以很好地解释冰斗冰川的形成(图5)。冰斗通常具有较深凹的岩盆和出口处的突出前岩坎,冰斗底部的高度可以用来指示当时雪线的高度(图4c)。庐山夏季无雪,冬季有相当降雪量,积雪汇集于洼地,融雪水流有不太强的侵蚀作用,洼地逐渐加深,这样的洼地被称为雪蚀洼地(Nivation Swale)。Derbyshire(1976)应用平坦指数概念($F = a/2c$,其中 a 指纵剖面长度, c 指纵剖面中点深度)来区别冰斗与雪蚀洼地。典型冰斗平坦指数为1.7~5,雪蚀洼地为4.25~11,而“大坳冰斗”为8.4,说明它是雪蚀洼地而不是冰斗。

3 王家坡谷地是构造向斜谷地不是冰川侵蚀的U形谷

李四光先生认为王家坡谷地是庐山最大的U形谷,他明知“谷之展布,适与一向斜构造相合,……乃因流水洗刷牯牛岭层以去,致其下抵抗力强之五老峰粗砂岩露出,而显其向斜之状,于理未尝不合”,但李看到现在山谷中流水道偏于谷地北侧并侵蚀到五老峰粗砂岩层,想象这是冰川边缘的融水沟。其实这里流水道之所以偏居谷地北侧,主要由于谷地山体隆升,河流正在进行溯源侵蚀,裂点已达中庵

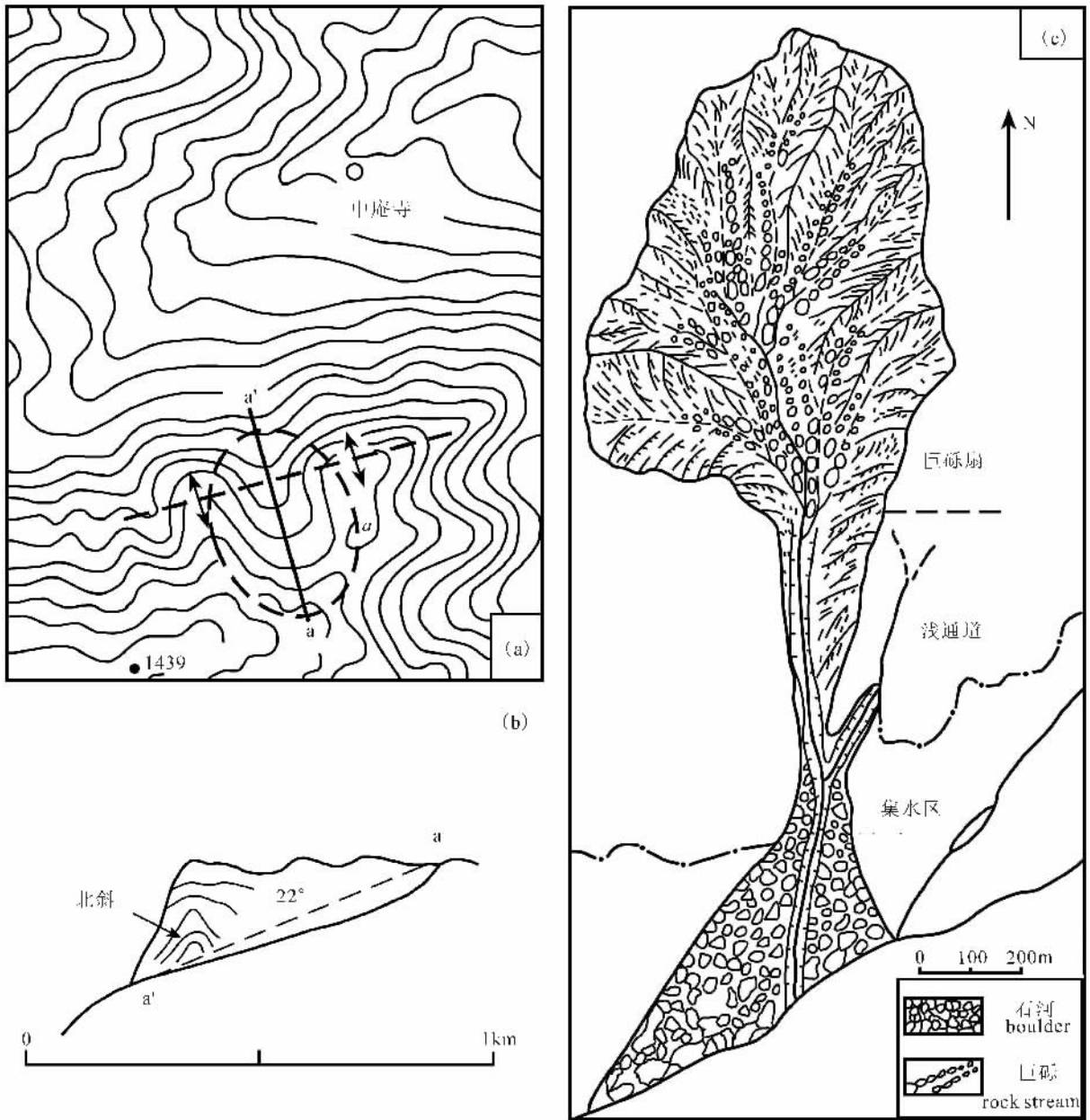


图 4 (a)大坳“冰斗”平面图;(b)大坳“冰斗”纵剖面;(c)大坳“冰斗”及其下游地貌系统(据李容全等,1985,修改)

Fig. 4 (a) planar graph of the Da'ao Cirque;(b) vertical profile of Da'ao Cirque;(c) landform system of Da'ao and its lower reaches (revised from Li Rongquan et al. , 1985)

寺附近,即已进入粗砂岩区,相对形成深沟,谷地南侧有大坳、小坳等沟谷冲出的巨砾扇逼迫河道向北迁移所致。冰川 U 形谷的形成是由于过量下蚀,将冰期前流水侵蚀的 V 形谷拓宽所致, U 形谷宽度与冰川宽度协同,即上游积累区比较宽,下游冰舌消融区逐渐束狭,冰川末端又由 U 形谷转为 V 形谷。王家坡谷地谷形甚为宽浅(图 6),根本不像冰川 U

形谷,而且上游较狭而下游显著放宽,如喇叭向下开口,因此王家坡谷地并非冰川侵蚀所成的“U”形谷。

4 庐山冰期冰碛不是冰碛可能是稀性泥石流堆积

李四光先生的庐山冰期冰碛大部分在王家坡谷地,我们观察到其中最重要的“裁缝岭侧碛”系一系列

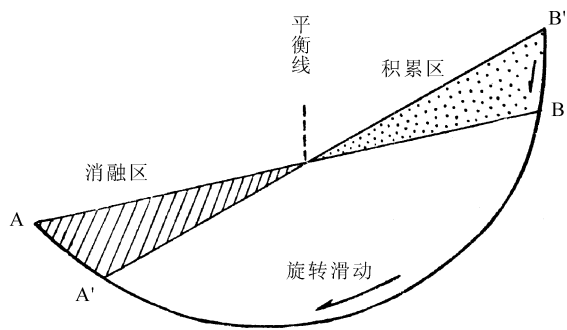


图 5 冰斗冰川旋转滑动示意图
(引自施雅风等, 1989, 第 22 页)

Fig. 5 rotatory sliding of cirque glacier
(Duplication from Shi Yafeng et al.,
1989, page 22)

由深红色并具白色网纹的混杂堆积构成的垄岗, 走向与王家坡主沟流向一致。巨砾呈次棱角状至磨圆状, 巨砾间的碎屑物已全部风化。粘土矿物系高岭石—水云母组合, 砾石组构测量大多数倾向上游, 甚至显较缓叠瓦状排列(德比希尔, 1882), 充填于巨砾间的砾石、砂与粘土, 呈现粗分选和层理, 小砾石磨圆较好, 肯定经过流水搬运(施雅风, 1981), 此类堆积物经过湿热风化, 并不是冰碛, 而可能是稀性的古泥石流堆积。王家坡主沟出山口后, 其下游为分

散的基岩丘陵和垄岗上不厚的泥砾堆积, 是李四光所称“谷山冰汎”所在, 最远的堆积到达鄱阳湖岸附近的上青山, 山高 127m, 顶部尚可见古泥石流巨砾与网纹红土。

5 庐山现代泥石流与历史上的泥石流

1984年8月8日与9月1日二次强台风, 使庐山地区突降大暴雨, 导致庐山山南公路发生8处泥石流, 其源头流域面积只有 0.1~0.3 km², 沟床坡度在 3°~10°间, 而冲积至公路石英砂岩巨砾长径达 3.5 m, 使山南公路中断 3 个月之久(邓养鑫等, 1985)。此前的 1982 年 6 月, 江西莲花县多处发生泥石流, 流域面积最大的 1.43 km², 最小的 0.3 km², 山体高 500 余米, 岩性与庐山北部同为石英砂岩, 而泥石流堆积扇宽 200 m、长 700 m, 冲出巨砾重达 62 t(王汉存等, 1984)。据明、清两代地方志记载, 庐山附近 367 年间(1504~1871 年)有 15 次“蛟患”记录, 按现代的认识, 所谓“蛟患”即山洪泥石流(王汉存等, 1985)。地质年代的古泥石流有待专门考证, 马长信等^①报导: 庐山西南 25 km 处的彭山, 山高 519 m, 山麓发现数平方千米呈扇形分布的第四纪的棕红色泥砾层, 钻孔揭露厚度最大为 60m, 含巨砾直径达 2.2 m, 砾石大小混杂, 无分选, 中间充填网纹红土, 砾石为硅质岩及石英砂岩, 这些特征

与庐山周围泥砾十分相似。马长信等^①将此类堆积物定为中更新世粘性泥石流沉积。以上各例启示我们, 就像“大姑冰期冰碛”那样的泥石流堆积, 在长江流域可能分布很广, 有待第四纪研究者调查发现。

6 冰期庐山气候不允许发育冰川

庐山属中亚热带季风气候, 夏季炎热多雨, 冬季寒冷干燥, 牯岭气象站海拔 1165 m, 1951~1980 年平均气温 11.5 °C, 夏季



图 6 因过份宽浅而被李四光看作 U 形谷的王家坡谷地(引自李四光, 1947, 图版 II)

Fig. 6 Wanjiapo valley mistaken for U-shaped valley
(Duplication from Lee J S, 1947, Plate II)

谷地中标以 a、b、c 和 a'、b' 的小丘是李四光确定的庐山冰期冰碛
Lee defined the mounds of a, b, c, a' and b' as glacial moraine

6~8 月平均气温 21.2℃,年降水量 1918 mm,如果要求在这个高度上发育冰川,夏季必须以降雪为主,

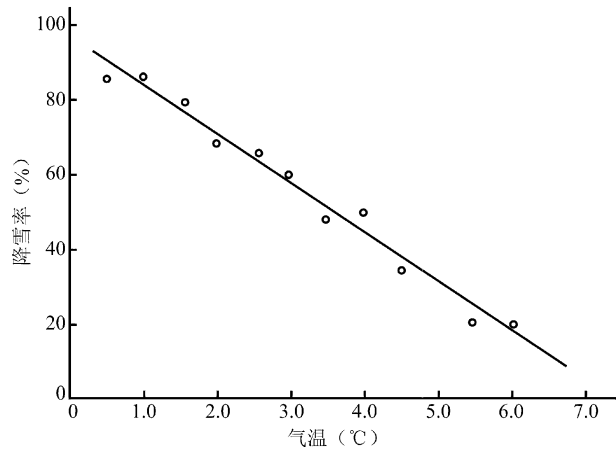


图 7 祁连山羊龙河 4250 m 高度处不同地面温度条件下的降雪率(引自施雅风,2008,第 641 页)

Fig. 7 The relationship between the different temperature of the land surface and the ratio of snow at 4250 m in the Yanglong River in Qilian Mountains (Duplication from Shi Yafeng, 2008, page, 661)

积雪量超过消融量,积雪变质成冰川冰,至少达到二、三十米以上厚度,然后在冰的重力与塑性作用下,携带岩屑,缓慢地往下游运动。这样要求温度下降多少呢?如图 7 所示,依祁连山羊龙河高度 4250m 处观察经验,当地面温度为 1℃时,降雪率为 80%左右,2℃时降雪率占 70%左右(丁良福等,1985)。如以此经验应用于庐山牯岭冰期,欲使地面降雪能够积聚,地面温度以 2℃、降雪率 70%为准,则表明 7 月要降温 20℃,或夏季平均降温 19℃之巨。国内现知末次冰期最盛时(Last Glacial Maximum)降温值最大的为西昆仑山的古里雅冰芯的由 $\delta^{18}O$ 折算的 9~11℃,最大雪线下降值出现于西藏东南部,在 1000 m 左右,由此笔者谨慎重建庐山现代理论雪线高度为 4100 m,即要比牯岭高近 3000 m,折算接近 20℃,末次冰期雪线高度为 3000 m,这当然表明末次冰期庐山不可能有冰川发育。另一个途径推测冰期气候就是应用孢粉研究资料,不同研究者提出的长江下游末次冰期降温值如表 2 所示。

表 2 所示末次冰期最大降温值是徐馨等提的 10~13℃,这个降温值折合成垂直上升的对应高度接近 2000 m,从现代理论雪线高度 4100m 减去 2000m,尚有 2100m 仍远高于庐山现代高度 1474m。这从另一方面表明,第四纪冰期庐山不可

能存在冰川。

表 2 应用孢粉资料推测长江下游末次冰期降温值

Table 2 Temperature falling during last glaciation in the lower reaches of the Yangtze River based on pollen analysis

地点	地层年代或 ka BP	降温值(℃)	资料来源
太湖地区	末次冰期	7~8	王开发,1983
天目山平溪	晚更新世冰期	5~12	刘金陵等,1977
天目山冰坑	晚更新世冰期	10~13	徐馨等,1981
芜湖地区	12.3~20.6	4~9	张树维,1985

7 黄山花岗岩壁凹痕成因讨论

1936 年,李四光考察安徽黄山,“于 U 谷削壁上发见冰磨条痕,并在该山后海中获得具条痕的漂砾……,至是中国冰期冰川现象,始得谓之确定”(Lee, 1936)。1982 年,在黄山市举行第四纪冰川冰缘讨论会,笔者等有机会专诚考察上述“冰磨条痕”,筑梯登至条痕旁仔细观察,崔之久(1989)有以下详细记录:“立马亭在黄山南侧上山大路,海拔 950 m,相对高出谷底 45 m,隔沟可见凹痕所在斑状花岗岩壁走向 N25°E,坡度 75°,远处能见 3 条凹痕,从上而下,第一条长 9 m,第二条长 11.5 m,第三条长 5 m,凹痕宽约 50 cm,深 5 cm。近处可见下面还有二条凹痕,但被塌下的石块所遮挡”。如果凹痕是冰磨条痕,即冰川携带砾石磨蚀而成,那凹痕应比较平直光滑,并且有很多擦痕,凹痕方向也和冰川向一致。如在四川南部螺髻山,新疆博格达山所见,但实际不然,基岩斑状花岗岩表面凹凸不平,显得十分粗糙,有长达 2.5 cm 的长石斑晶集合体在凹槽内突起成瘤状,凹痕因之分叉又汇合,立马桥下到现代沟,谷床平均纵坡降约为 20°,由于地面斜坡背景,凹痕粗看微向下游倾斜,实际向上游反倾 1.0°~1.5°,看来这里花岗岩壁上凹痕之成因不能够用冰川作用的原理加以解释。崔之久(1989)说:“成因最大可能是粗粒花岗岩和斑状花岗岩体剥离后留下的印痕”,“黄山花岗岩壁上,印痕分布较广泛,例如后山入胜亭东北对岸崖壁上有 5~6 条印痕,慈光阁附近和排云亭一带,岩体水平节理特别发育,造成水平印痕,较易认出”(见图 8)。

8 是冰期还是泥石流期?

何培元等(1992)《庐山第四纪冰期与环境》一书出版,对庐山第四纪地质研究作出了相当大的贡献,该书的重要成就是增加了许多关于庐山第四纪地质

的新资料,特别是系统古地磁测年明确了李四光所定几个冰期并新增加大排冰期的年龄,另应用高价铁与低价铁比值推算了各时段的温度,如表3所示。

笔者在本文已明确认为大姑冰期与庐山冰期冰碛实际均是泥石流堆积,由此联系鄱阳冰期与大排冰期冰碛是否也是泥石流堆积问题。笔者拟以确定的庐山地层古地磁年龄与海洋同位素阶段(MIS)(Raymo,1989)、北方黄土地层(刘东生等1985)、中国西部高山冰期(施雅风等,2006)和世界已定冰期(Ehlers and Gibbard,2007)比较,当然泥石流大多数出现于非冰川区,但也可同时出现冰川区。以下按新老次序,逐期讨论。

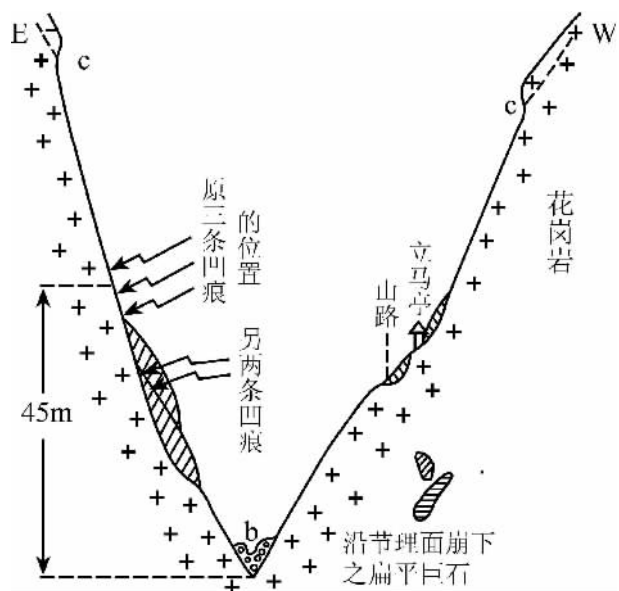


图8 示黄山立马亭对花岗岩壁凹痕位置
(引自施雅风等,1989,第187页)

Fig. 8 The position of granite indentation in opposite Limating of Huangshan
(from Shi Yafeng et al., 1989, page 187)

庐山冰期,0.2~0.4 Ma BP,相当 MIS 7~11 阶段,即7、9、11 三个暖期夹8、10 二个冷期。与陕西洛川黄土剖面比较,洛川剖面是指示暖湿的3层古土壤间夹冷干的2层黄土,与西部高山冰期作比

较,则该时段是完全的间冰期,至今没有发现冰川遗迹。与全球冰期比较,这时段只有格陵兰和加拿大北部与阿拉斯加有 MIS 8 冰川发育,若何培元确定的古温度可靠,年均温度 7.8℃,夏季温度应到 18℃ 左右,不可能降雪,更谈不上形成冰川。

大姑冰期,0.90~1.10 Ma,相当 MIS 27~35,其中 MIS 31 特暖。这时段地球绕日轨道转型为 41ka 一次,因此在 0.90~1.10Ma 间转型 8 次之多,在洛川黄土剖面,出现了 5 层较厚的古土壤,5 层较薄的黄土,表明整个时段环境比较暖湿;在中国西部高山区,正在 0.71~0.76 Ma 最大冰期之前,可能落入一个间冰期内,但没有其它证明;从世界范围看, MIS 34~38 在冰岛、挪威、荷兰、北意大利、北海、与 Barents Sea 均有这时段的冰川遗迹,但距离庐山太远,难以表明有何影响,而何培元等(1992)推算古温度达 7.5℃,不可能形成冰川。

鄱阳冰期,1.50~1.80 Ma,相当于 MIS 58~67,其中 63.65 较暖,59 较冷,与洛川黄土剖面比较,1.48 Ma 为午城黄土 1 段,1.67~1.87 Ma 为古土壤及黄土薄层,反映这个时段甚为干旱;西部高山区没有当时冰川记录; Ehlers and Gibbard (2007) 总结当时世界没有大型冰期 (major glaciation), 但有小型冰期, MIS 64~72, 德国南部、北意大利、冰岛、挪威、Barents Sea 均有冰川遗迹。现在回头看黄培华、任振纪(1982)等采集姑塘鄱阳冰期泥砾中的孢粉分析,木本植物占 59%,以油松和杉科为主,草本占 11%,有禾本科、莎草科和藜科等,显然比较暖湿,非寒冷冰川环境,与洛川差别较大。而古温度达 13.35℃,更表示不可能为冰期。

大排冰期,2.50~3.00Ma BP,这已进入正常的上新世,除南极大陆和格陵兰已出现冰盖,全球在变冷过程中,称为 Praetiglian 的冰筏 (Ice-rafting), 沉积出现于 2.6~2.4Ma 的北大西洋与北太平洋地区,但遗迹有限,不能拼出全貌。北欧与北美大冰盖在形成中,中国境内上新世红色地层南北广泛分布,气温显著高过第四纪。何培元等所谓的大排岭冰碛位于庐山东南侧,高程 200~300 m,出露厚度 10 多

米,为红砂质粘土及砾石混杂堆积,砾石块体最大者长轴超过 8 m;砾石多呈棱角状或次棱角状,已经强烈风化,上层 2 m,砾石较细,有粗层理构造,下层 8 m,无

表3 庐山各冰期和间冰期的古地磁年龄与高价铁低价铁比值推算的温度(何培元等,1992)

Table 3 Paleomagnetic times and Paleotemperature reckoning based on the ratio of the ferric ion to ferrous ion mentioned in glacial and interglacial periods

冰期间冰期	庐山冰期	庐山一大姑间冰期	大姑冰期	大姑—鄱阳间冰期	鄱阳冰期	鄱阳一大排间冰期	大排冰期
古地磁(Ma)	0.2~0.4	0.4~0.9	0.9~1.10	1.10~1.50	1.50~1.80	1.80~2.50	2.50~3.00
古温度(℃)	7.846	28.52	7.549	15.393	13.35	16.848	5.837

层状构造,统计 1022 粒孢粉化石,其中木本植物占 47%~81%,以松 (*Pinus*) 为主,其次为栎 (*Quercus*) 与栗 (*Castanea*),可划分 3 带,上带是以松为主的森林带,中带是森林草原带,下带是以阔叶树为主的针阔叶混交林。显然,这样的植被不指示冰期气候,按何培元等(1992)推算的古温度为 5.837℃,也不具备形成积雪冰川的基本条件。

可以看出,我们严格按照何培元等(1992)古地磁、古温度和孢粉数据推论,第四纪庐山是不可能发育冰川的。然而,何培元等四位作者传承李四光将泥砾作为冰碛的传统观点,并在李先生的高足孙殿卿院士指导下工作,仍按李四光的教条,将泥砾混杂堆积都定为冰期冰碛,否认了 1980 年代多人提出的泥石流堆积的可能性。

9 结论与余论

冰川是寒冷气候产物,在夏季高温多雨的季风气候条件下,位于海拔 1164 m 的牯岭气象站,在现代 7 月平均气温的基础上必须降温 20℃,即地表平均气温降为 2℃,才可能积雪成冰川冰,但在全世界已知的第四纪冰期,都没有出现过幅度如此之大的降温值。从笔者直接观察的结果来看,认为李先生确定的大姑冰期冰碛与庐山冰期冰碛,均是泥石流堆积而非冰碛;从孢粉资料显示的鄱阳冰期冰碛与大排冰期冰碛,也同样是温暖气候而不是严寒气候下冰川环境的产物。历史文献和地质资料表明,庐山地区有多次泥石流记录。庐山的历史上有泥石流时期而没有冰期,是可以肯定的。

随着科学技术的迅速发展,研究者的认识也在发生变化。Wissman (1936,1937)在看到黄山花岗岩壁上凹痕确信是冰川擦痕后,从原先不信转变为相信李四光学说;有原无定见、考察庐山后撰文反对李四光学说的,包括 Barbour (1934)、Kozarski (1961,1963)、Derbyshire (1982)等;还有原来赞成李说后转为反对者,包括周廷儒(1982)、任美镠等(1982)等;也有一开始就反对李说的如黄培华(1963,1982)、谢又予(1981,1983)等。

李氏学说的广泛传播促进笔者与崔之久、李吉均等从事冰川研究。但笔者等是从现代冰川到第四纪冰川,对冰川与气候的关系了解稍多;李四光及其弟子们多数地质学基础较好,但没有研究过现代冰川,不很注意冰川与气候的内在关系。由于双方认识论与方法论不一致,研究得出的结论差别很大。正如任纪舜等(2004)等所说,“争鸣—学术进步的动

力”,真理必定愈辩愈明,追求真理的路径最后必然殊途同归,结论也是清楚的。

注 释 / Note

①马长信,孙树槐. 1986. 彭山地区泥砾层的发现及其意义. 见:长江流域第四纪地质及流域综合开发问题学术讨论会论文摘要汇编.

参 考 文 献 / References

- 崔之久,谢又予,朱景湖,马秋华. 1989. 黄山. 见:施雅风,崔之久,李吉均,等. 著. 中国东部第四纪冰川与环境问题. 北京:科学出版社,187~198.
- 德比希尔 E. 1982. 庐山的困境:长江以南更新世冰川作用. 冰川冻土,4(4):1~26.
- 邓养鑫,邓晓峰,徐齐治. 1985. 庐山 1984 年灾害性泥石流及其特征. 水土保持通报,(1):63~72.
- 丁良福,康兴成. 1985. 祁连山冰川发育的气候条件及其对冰川特征的影响. 见:中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊,第 5 号. 北京:科学出版社,9~15.
- 何培元,段万倜,邢历生,刘兰锁. 1992. 庐山第四纪冰期与环境. 北京:地震出版社,1~167. 图版 X VIII
- 黄汲清. 1989. 简谈李四光教授追求真理的精神. 第四纪研究,(3):201~204.
- 黄汲清. 1992. 略论 60 年来中国地质科学的主要成就及今后努力方向. 见:黄汲清著作选集,第 3 卷. 北京:地质出版社,259~329.
- 黄培华. 1963. 关于长江以南地区冰川遗迹问题. 科学通报,(10):29~33.
- 黄培华. 1982. 《冰期之庐山》质疑. 自然辩证法通讯,4(3):43~44.
- 李吉均,张林源,邓养鑫,朱俊杰. 1989. 争议的关键地区——庐山. 见:施雅风,崔之久,李吉均,等. 著. 中国东部第四纪冰川与环境问题. 北京:科学出版社,133~186.
- 李容全,朱国荣. 1985. 晚第四纪庐山地貌发育模式及其意义. 见:中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集. 北京:科学出版社,25~30.
- 李四光. 1947. 冰期之庐山. 中央研究院地质研究所专刊,乙种 2 号. 中文版 1~60,附图 1,英文版 1~70,plate 16.
- 刘东生. 1985. 黄土与环境. 北京:科学出版社,1~481.
- 刘金陵,叶萍宜. 1977. 上海、浙江某些地区第四纪孢粉组合及其在地层和气候上的意义. 古生物学报,16(1):1~10.
- 任纪舜,章雨旭. 2004. 爱国——地质学家的责任,争鸣——学术进步的动力. 地质论评,50(6):592~597.
- 任美镠,刘泽纯,王富葆. 1982. 对庐山第四纪冰川问题的几点意见. 自然辩证法通讯,4(2):37~39.
- 施雅风. 1981. 庐山真的有第四纪冰川吗? 自然辩证法通讯,3(2):41~45.
- 施雅风,邓养鑫. 1982. 庐山山麓第四纪泥石流堆积的确定. 科学通报,27(20):1252~1258.
- 施雅风,崔之久,李吉均,等. 1989. 中国东部第四纪冰川与环境问题. 北京:科学出版社,1~462.
- 施雅风,崔之久,苏珍,等. 2006. 中国第四纪冰川与环境变化. 石家庄:河北科学技术出版社,1~618. 彩图 18 页,附中国第四纪冰川分布图.
- 施雅风. 2008. 地理环境与冰川研究(续集). 北京:气象出版社,1~476.
- 王汉存,张林源. 1984. 庐山古冰川问题与赣中低山区的现代泥石流. 冰川冻土,6(2):89~91.

王汉存. 1985. 庐山历史时期的泥石流及其成因分析. 水土保持通报, (1): 64~67.

王开发, 张玉兰, 蒋辉. 1983. 太湖地区第四纪沉积的孢粉组合及其古植被与古气候. 科学通报, (4~5): 221~223.

谢又予, 吴淑安. 1981. 九江—庐山地区第四纪沉积环境的初步探讨. 见: 地理集刊, 13号. 北京: 科学出版社, 106~132.

徐馨, 韩辉友. 1981. 浙江天目山地区第四纪孢粉组合及其气候上的意义. 见: 中国地理学会 1977年地貌学术讨论会文集. 北京: 科学出版社, 317~328.

姚檀栋. 1981. 用积累面积比率法研究庐山第四纪冰川问题的探讨. 冰川冻土, 3(1): 82~86.

张树维. 1985. 第四纪末次冰期晚期芜湖地区古植被和古气候演变. 见: 中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集. 北京: 科学出版社, 172~174.

周廷儒. 1982. 中国东部第四纪冰川作用探讨. 见: 第三届全国第四纪学术会议论文集. 北京: 科学出版社, 162~167.

Barbour G B. 1934. Analysis of Lushan glaciation problem. Bull. Geol. Soc. China, 13: 647~656.

Derbyshire E. 1976. Geomorphology and Climate. New York: Wiley, 1~524.

Ehlers J, Gibbard P L. 2007. The extent and chronology of Cenozoic global glaciation. Quaternary International, (164~165): 6~20.

Kozarski S. 1961. Fossil congelifluction covers in the northern part of the Lushan (Central China). Biuletyn Peryglacialny, 10: 195~207.

Kozarski S. 1963. Problem of Pleistocene glaciations in the mountains of East China. Zeitschrift für Geomorphologie N. F., 7(1): 48~70.

Lee J S. 1936. Confirmatory Evidence of Pleistocene Glaciations from the Huangshan, Southern Anhui. Bull. Geol. Soc. China, 15: 279~290.

Lee J S. 1933. Quaternary Glaciations in the Yangtze Valley. Bull. Geol. Soc. China, 13: 15~62.

Lewis W V. 1949. Glacial movement by rotational slipping. Geogr. Annals., 31: 146~158.

On Prof. Lee's Having Misread Debris Flow Deposits as Quaternary Glaciations in the Lushan Area, Jiangxi Province

SHI Yafeng^{1,2)}

1) Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, State Key Laboratory of Cryospheric Sciences, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000;

2) Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, 210008

Abstract: Lushan Quaternary glacial theory, advocated by Professor Lee J. S. (Li Siguang), has been argued for a long time. The bone of contention focuses on which the boulder clay melange actually is; glacial moraine or debris flow deposits. After years of research, writer learned that: (1) The altitude of Guling station is 1165m. Ice formation at such altitude in Lushan seems to impossible, for the modern climate records showed that it is impossible to fall 20 °C in July in mid-latitude mountainous area during glacial period. (2) Sediment in this area characterized by gravel compositions, variable granularity, matrix composition, sedimentary structure, color, clay and scratch, indicating that the boulder clay melange actually is debris flow deposits. (3) The compositions of vermiculated red soil and pollen in bounding gravel showed that the sedimentary period was characterized by the warm temperate—subtropical humid environment, rather than cold glacier environment. (4) Based on the paleomagnetic times and paleotemperature, based on the ratio of the ferric ion to ferrous ion mentioned in He Peiyuan's work, showed that Lushan Glaciation, Dagu Glaciation and Poyang Glaciation advocated by Professor Lee, associated with Dapai Glaciation advocated by Professor He were all in interglacial period in western China and northern hemisphere, which indicated that the possibility of ice formation during such time in Lushan area was excluded. Lee's academic misunderstanding and social status is an obstacle to the Quaternary Glacial study in eastern China.

Key words: Quaternary glacial theory; boulder clay melange; debris flow deposits; glacial—interglacial period; Lushan