University of Nebraska - Lincoln
DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Papers in the Earth and Atmospheric Sciences | Earth and Atmospheric Sciences, Department of

10-1-1998

Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China

P.-H. Huang
University of Science and Technology of China

Robert F. Diffendal
University of Nebraska - Lincoln, rdiffendal1@unl.edu

M. Yang
Nebraska Department of Environmental Quality

P. E. Helland
University of Nebraska-Lincoln

Follow this and additional works at: http://digitalcommons.unl.edu/geosciencefacpub

Part of the Earth Sciences Commons

Huang, P.-H.; Diffendal, Robert F.; Yang, M.; and Helland, P. E., "Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China" (1998). *Papers in the Earth and Atmospheric Sciences.* Paper 91.
http://digitalcommons.unl.edu/geosciencefacpub/91

This Article is brought to you for free and open access by the Earth and Atmospheric Sciences, Department of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Papers in the Earth and Atmospheric Sciences by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China

Published in Scientia Geographics Sinica (October 1998) 18(5)

第18卷第5期 地 理 科 学 Vol.18 No.5
1998年10月 SCIENTIA GEOGRAPHICA SINICA Oct., 1998

黄山山地演化与环境变迁*

黄培华[1)] R.F.Diffenal, Jr.[2)] 杨明钦[3)] P.E.Helland[4)]

1)(中国科学技术大学地球和空间科学系 合肥 230026)

2)(Conservation and Survey Division, University of Nebraska-Lincohn, Lincohn, NE 68588-0517 USA)

3)(Nebraska Department of Environmental Quality, Lincohn, NE 68509-8922 USA)

4)(Department of Geosciences, University of Nebraska-Lincoln, Lincohn, NE 68588-0340 USA)

提 要 黄山位于安徽省南部,北纬30°11′,东径118°11′。山体由花岗岩构成,最高峰莲花峰海拔1864m。1990年列入联合国的"世界文化和自然遗产"目录。现已成为世界著名旅游点之一。本文首先对黄山花岗岩浆侵入和黄山山体的形成年代和过程进行了探讨。对黄山老第三纪和新第三纪古地貌及第四纪中山峡谷地貌的演化过程进行了系统的研究。深入研究了黄山自然环境的变化及其发育第四纪山地冰川的可能性,对李四光的"冰川遗址"论点的不确凿之处进行了详细的讨论和分析。对由寒冻风化作用,而不是冰川作用形成的奇峰巧石机制进行了简要的探讨。

关键词 黄山 山地形成与演化 环境变迁 不确凿的"冰川现象"

分类号 中图法 X144

黄山在安徽省南部,北纬30°11′,东径118°11′,最高的莲花峰海拔1864m,是中国十大风景名胜之一,1990年被列入联合国教科文组"世界文化和自然遗产"目录。黄山列入目录的重要理由之一,是具有重要科研价值的地质和地貌。

早在30年代,李四光提出了《安徽黄山更新世冰川现象之确据》[1]。至60年代时,第一作者在国内首次对长江以南的山地(主要是庐山和黄山)"冰川遗迹"提出了全面质疑[2]。从而成为地学界的重大争论问题之一[3,4]。黄山自1990年被列入联合国的"世界文化和自然遗产"目录以后,已逐渐成为世界著名的旅游区。与此同时,黄山有无第四纪冰川的争论也日益为人们所关注。

80年代以来,地学界对黄山地质地貌研究开始不断有新的进展和突破。本文依据第一作者等进行的《中国第四纪时期气候环境的演变》(〈83〉科基金地准字第0921号)研究的部分成果和近年来有关的研究,拟对黄山山体的演化和第四纪环境变化进行较系统的探讨,对李四光认为的"冰川现象"不确凿之处,本文同时进行了论证和讨论。

1 黄山山体孕育和形成

据Sm-Nd和U-Pb同位素测年结果,距今9亿年前本区位于江南古陆北缘的半岛上。古生代时期,除4亿年前后曾一度升为陆地外,均为海盆环境。从距今2亿年(三叠纪

---

* 第一作者简介:黄培华,男,67岁,1952年南京大学毕业,1959年南京大学地貌与第四纪地质研究生毕业,教授,在《科学通报》等学术刊物发表论著七十多篇。

收稿日期:98-02-09,改回日期:98-07-12

晚期)开始至今,本区一直为陆地环境。

作者认为,本区元古代和古生代沉积层的褶皱与花岗岩浆侵入都是古太平洋板块向中国大陆东边缘进行低角度俯冲作用的结果[5]。这个时期,中国大陆东南部,一方面受到强烈的挤压,全部沉积层形成了长轴 NE－SW 走向的褶皱。黄山地区位于太平复向斜和绩溪复背斜翼部交接部位[6]。先后有太平花岗闪长岩浆侵入活动和黄山花岗岩侵入活动[7]。太平花岗闪长岩体分布在黄山山麓芙蓉岭以北。测年结果为 137Ma[8]。不应属印支期,而应属早白垩纪燕山运动中期的产物。它出露的面积经我们计算为 478.3km^3。芙蓉岭以南为构成黄山主体的黄山花岗岩。计算的出露面积为 226.2km^2,$40_{Ar}/39_{Ar}$年龄为 125Ma[8]。属晚白垩纪燕山运动晚期的产物。山顶狮子林至天海一带,出露有狮子林岩体,年龄为 123.4Ma(孙鼎等,1982),面积仅 10.5km^2,是黄山花岗岩基上的一个岩株。在它的西南,我们发现另一个与狮子林岩体相似的岩体,面积为 11.5km^2。从上述的测龄结果表明,在距今 123～125Ma 时期是黄山花岗岩基和岩株形成之际,也是黄山山体孕育,皱型锋成之时。

2 山顶古地貌面的形成

喜马拉雅运动早期[7],黄山花岗岩随着地壳隆起而上升,它上面的盖层褶皱逐渐剥蚀殆尽。花岗岩体出露于地面,在渐新世地壳相对稳定的条件下,经长期风化剥蚀,约在距今 30Ma 渐新世晚期时,花岗岩山地发育达到了壮年晚期阶段,地面起伏平缓,分布着蚀余山(如莲花峰,光明顶等)和浅洼地(如北海和天海等)。这一古地貌面为黄山山顶最高的剥蚀面,现在海拔 1600～1800m。这一剥蚀面形成的时期第一作者命名为光明顶期(图 1,表 1)[9]。

表 1 黄山地区构造运动和地貌演化过程

Table 1 Tectonic movements and geomorphological evolutional process of Huangshan region

地质时代(Ma)	造山运动*	构造活动特征	地貌旋回	地形特征
第四纪(Q)	新构造动动	断块抬升	青年期山地地貌	中山峡谷
上新世(N_2)	喜马拉雅运动第三幕	相对稳定期	壮年期丘陵地貌 老人峰期(5Ma)	丘陵宽谷
中新世(N_1)	喜马拉雅运动第二幕	断块上升	青年期山地地貌	山地峡谷
渐新世(E_3)		相对稳定期	壮年晚期低丘地貌 光明顶期(30Ma)	低丘浅谷
始新世(E_2)	喜马拉雅运动第一幕	花岗岩体上升	青年期山地地貌	山地峡谷

* 据黄汲清等(1980)[7]:喜马拉雅运动第一幕从晚始新世至渐新世初,45～35Ma;喜马拉雅第二幕从中新世初至中新世中期,26～15Ma;喜马拉雅第三幕从上新世末至早更新世,4～2Ma。

喜马拉雅运动第二幕时[7],黄山又上升为山地,经中新世中期和晚期侵蚀剥蚀作用,至上新世初(5Ma)地面发育达到了壮年期阶段,形成丘陵和宽谷地貌。这一古地貌面为黄山山顶第二级剥蚀面,现在海拔 1200～1500m。这一剥蚀面期第一作者命名为老人峰期[9](图 1,表 1)。这级剥蚀面已被抬升,老谷地在流水下切作用下形成青年期峡谷。两者之间的裂点在青鸾桥处海拔 1100m。在黄山西南侧的汤岭关处,这级剥蚀面的老谷地底部(海拔 1200m),现为两侧下切的青年峡谷的水水岭(图 1)。

Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China

Published in Scientia Geographics Sinica (October 1998) 18(5)

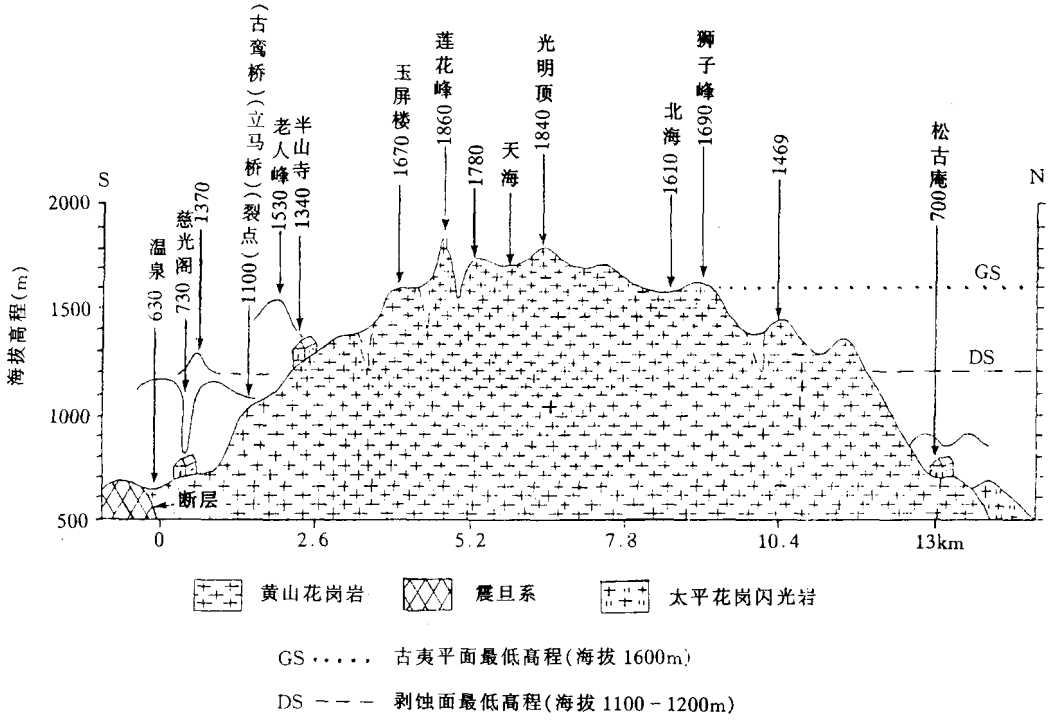


图 1　黄山南北向地貌剖面地形特征和古剥蚀面位置示意图

Fig. 1　S－N geomorphological section across Huangshan (showing the locations of topographic features and the paleo-denudational surfaces)

3　第四纪山体抬升与中山峡谷地貌

喜马拉雅第三幕时,特别在近 2～2Ma 以来,黄山山体沿着以 NE 向的汤口断裂和 NW 向的温泉断裂以及花岗岩体内的 NE 向平行断裂进行了断块抬升。依据青鸾桥和汤岭关的裂点海拔高度分析,老人峰期剥蚀面老谷地底部至今已上升了 1100～1200m。我们对卫星图象分析发现,裂点以下的深切峡谷大多沿断裂发育。一条重要的 NE 向断裂将黄山花岗岩构成的山体分割成两半。西北部为黄山的后山,谷地走向大多与 NWW 和近 S－N 向断裂有关,它们的支谷与近 E－W 向小断裂有关[10]。东南部为前山,谷地走向与近 S－N 向,近 E－W 向和近 NE 向断裂有关(图 2)。

在黄山东南山麓地带,有洪积扇分布。以谭家桥西南的白亭洪积扇规模最大。顶部海拔 360m,向东北延伸至麻川河边海拔 210m,长 2.4km,宽 2km,中部坡度 7°,下部坡度 5°[11]。由网纹红土和砾石组成。砾石是叠瓦状排列,以半磨圆状砾石为主。顶部巨大岩块长轴达 2m 以上,中上部砾石长轴在 0.5～1.7m。至前缘砾径减小,长轴以 0.2m 为主。花岗岩砾石风化强烈,具较厚的风化圈。目前把它作为中更新世堆积层。

Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China

Published in Scientia Geographics Sinica (October 1998) 18(5)

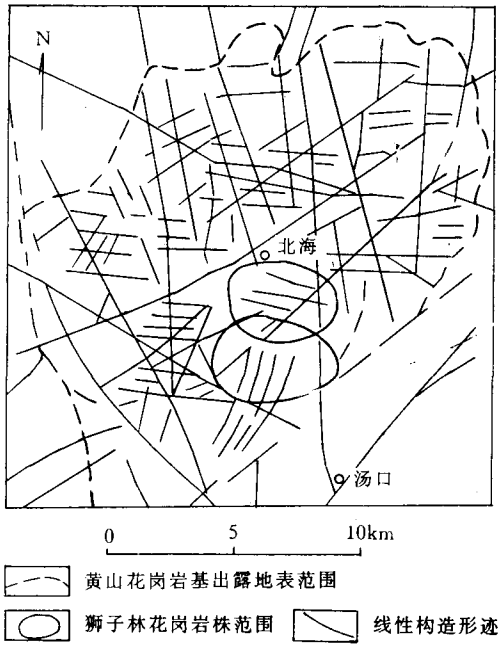


图2 黄山地区卫星图象线性构造形迹分布图

Fig.2 Linear structural feature map derived from Landsat image of Huangshan region

4 第四纪环境变迁

据对上述洪积扇网纹红土的粘土矿物分析，以三水铝矿为主，含少量伊利石，为类似热带亚热带红壤形成的环境[11]。从洪积扇的孢粉组合来看，以松—油杉—栎—漆为主，木本花粉中，松占50.7%，油杉占22.5%，为热带亚热带常绿阔叶林和温带落叶阔叶林的混合组合[12]。这与黄山现今的植被垂直分布相似：即山麓为常绿阔叶林，海拔1100m以上为温带落叶阔叶林(除海拔1650m以上山顶草地外)。可见，黄山在中更新世时，山麓为亚热带湿润环境，山顶部分类似温带湿润环境。对北京猿人洞更新世中期距今785～250ka洞穴堆积层研究，冷期与暖期的气候变动于温带与暖温带之间[13,14]。对和县猿人遗址研究表明，中更新世中期(300～500ka)时，长江下游冷期时为暖温带，暖期时为北亚热带。长江以南地区冷期与暖期的气候变动幅度应更小些，可能变化于北亚热带与中亚热带之间。

黄山地区第四纪气候最寒冷的时期，与全国一样，是在晚更新世末的冷期。

5 黄山“冰川现象”不确凿之处的讨论

李四光提出的“黄山更新世冰川现象之确据”有：(一)是“似冰斗洼地”，(二)是“冰川谷地”、“冰川刻痕”和“磨蚀面”，(三)是“冰川终碛”。现分别讨论如后。

(一)山顶洼地。李四光说：“狮子林附近汇集了一些似冰斗的洼地”，是“较大的雪原区”。“有向北坡和向东南流动的冰川”[1]。首先应指出的是，这些“似冰斗洼地”都缺乏冰斗所特有的陡峭的后壁和前缘的冰坎。其次，长与宽仅百米，面积很小，不可能形成较大的雪原区。再有，从李四光考察时起至今，北麓没有发现过“冰碛物”。故北坡有冰川一说，也

是缺乏基本依据的。北海、天海等洼地不是冰斗,实际上是光明顶剥蚀面上被低丘环绕的汇水小盆地。

(二)老人峰期剥蚀面上的老谷地与峡谷壁上的槽痕。李四光说"在慈光寺发现了极其明显的 U 形谷","在慈光寺向山上不到一英里的位置,U 形谷的东壁下部保存了清晰的冰蚀和擦痕遗迹(高度在 960m)","在花岗岩的磨蚀面上可以见到平行排列的、不同长度的深而宽的冰溜刻痕"。这里首先应指出的是,慈光阁(慈光寺的现称)U 形谷由于谷壁沿花岗岩垂直节理发育成峭壁,从远处观之似为 U 形谷,但它的谷源头狭小,没有冰斗和粒雪盆地地形,即没有形成谷地冰川的物质来源。谷地形态又缺乏冰川谷地所持有的谷肩。故它不是冰川谷,而是老人峰期古剥蚀面上的壮年期谷地。其次应指出的是,谷壁上擦痕和磨蚀面的地貌位置,不是在 U 形谷内,而是在青鸾桥裂点高程 1100m 以下 50m(高程 960m)的深切峡谷内。这与李四光设想的 U 形谷内冰川形成的冰蚀面和擦痕的地貌位置相矛盾。关于"磨蚀面"形成问题,经作者详细观察,"磨蚀面"谷壁下面原为被河水旁蚀作用掏空的凹壁,其上面的岩壁因失去支撑,而沿花岗岩风化的节理面剥落,暴露出来较新的、平滑的风化节理面。这个节理面与下面剥落的凹壁相比,成为凸面岩壁。这也与冰川磨蚀面具有凹面岩壁的特征相反。关于"擦痕"问题,据宁远明同志攀登至近处观察和测量发现[15],除岩壁上见到的五条"擦痕"外,还被巨石(高 15m,宽 6～11m)遮盖了一条"擦痕"。最长的一条为 940cm,最短的一条仅 100cm。宽 40～50cm,深 3～5cm。槽内有大块长石斑晶突起,凹凸不平[16]。没有冰川擦痕槽内具有的光滑和擦痕的特点,也没有钉头鼠尾的冰川擦痕形态特点。还应提出的是,黄山地区风化剥蚀作用强烈。这些冰川遗迹认为是中更新世形成的。30～50 万年与同时期堆积的网纹红土砾石层内花岗岩砾石,均具有较厚的风化圈,可是这些"冰川擦痕"却保存清晰,显然这与"擦痕"形成的时代是矛盾的。

(三)关于"冰碛物"问题。李四光说:"在黄山脚下以及南侧的山谷一带,常常发现有似冰碛的产物",并说"这个冰层的范围是相当大的,且冰层的下滑高度,不会高出海平面以上 300 米"[1]。(1)关于"冰碛物"成因问题。从粒度分析的粒度频率曲线和累积曲线以及标准偏差对平均粒径的散点图等,均显示出"冰碛物"堆积层的成因是属洪积扇堆积物[11][16]。从电镜扫描分析表明(图 3),堆积层内的颗粒表面与冰碛物颗粒表面特征截然不同,没有冰碛物表面所具有的特征(图 3a)如:直线刻槽(16)、典线刻槽(17)、弯曲脊(18)和向上翘起面(20)等,而与现代谷地出口的冲积扇堆积物的颗粒特征一致(图 3b)。例如具有磨圆(2)、起伏小(3)、化学表面结构的溶蚀坑(21)等特征[17]。表明"冰碛物"堆积层应属洪积物,而不是冰碛物。(2)关于堆积环境方面。对其粘土矿物分析研究均表明,"冰碛物"堆积时期是湿热环境,而不是寒冷的冰川环境。

从上述三方面可知,李四光提出的"冰川现象"证据都是不确凿的,都不是冰川形成的。"冰川擦痕"虽不是冰川形成的,但是其确切的成因还有待于深入查明。

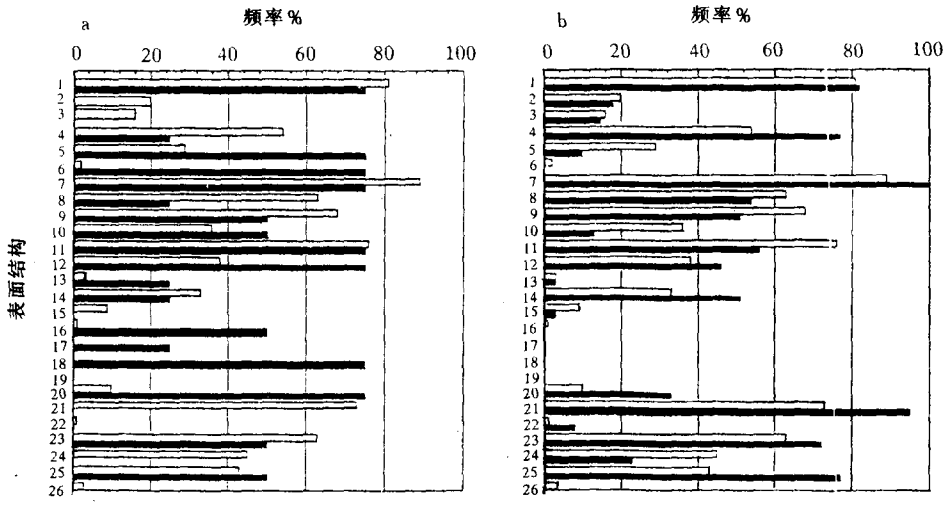
6　晚更新世末期山顶寒冻环境与奇峰巧石的形成

我国气候最寒冷的时期约在距今 2 万年左右晚更新世末的冷期。我国西部为大理冰期。我国东部地区除少数山峰,如长白山、秦岭的太白山、台湾的玉山和南湖大山等山地发育有冰斗冰川外,其他山区没有发育冰川。故第一作者曾建议在中国东部称这一较冷的时期为冷期而不称冰期[18],对冷期降温的幅度研究与大多数孢粉研究者[13][19]的结果基本一

Mountain Evolution and Environmental Changes of Huangshan, China

Published in Scientia Geographics Sinica (October 1998) 18(5)

致。即华北区比今下降10℃，长江沿岸比今下降7℃。黄山在长江以南约200km，比今下降6℃左右。据对冷期的热带亚热带动物扬子鳄的生存条件推算[20]，年均温比今降5～6℃。



a. 粘土砾石层颗粒与冰碛颗粒对比图；b. 粘土砾石层颗粒与现代黄山冲积物颗粒对比图。
图边数目：NO.1－5，为形态结构；NO.5－20，为机械结构；No.21－26为化学结构。

图3 扫描电镜分析表面结构频率图

a. Boulder clay grains compared to glacial grains. b. Boulder clay compared to present alluvial grains of Huanghsan. Numbers show the characters of surface textures; No. 1－5, Morphological textures; No.6－20, Mechanical textures, No. 21－26, Chemical textures.

Fig.3 Surface texture of frequency graphs by SEM analyses

如黄山山顶北海年均温按比今降7℃，1月均温按比今降10℃，7月均温比今降5℃计算，其结果见表2。

表2 黄山地区现在气温与晚更新世末次冷期气温对比表

Table 2 Comparison of between temperatures at present and temperatures in the last cold period in the Late Pleistocene at Huangshan

地点	高程(m)	地形	年均温(℃)		1月均温(℃)		7月均温(℃)		负温月数		低于雪线高度(m)	
			现代	冷期	现代	冷期	现代	冷期	现代	冷期	现代	冷期
北海	1610	山顶	8.7	1.7	－2.3	－12.3	19.1	14.1	2	4	2290	1273
温泉	650	山麓	13.8	7.8	1.7	－6.3	24.9	20.9	0	2	3250	2233
太平	190	盆地	15.5	10.5	2.9	－5.1	27.6	23.6	0	1	3707	2690

表2中，温泉和太平的年均温比今降6℃和5℃；1月均温，温泉和太平比今降8℃，7月均温比今降4℃。现在北海年均温8.7℃与现今辽宁锦州(41°N)相似，冷期时则与现今哈尔滨(45°N)相近。黄山冷期时雪线高度为海拔2883m，比现今雪线(海拔3900m)降低约1000m[21]，但仍高于最高的莲花峰约1000多米，高于北海1273m。这表明冷期时黄山山顶没有永久积雪，没有冰川发育的条件。冷期时，黄山顶部负温月数较长，寒冻风化作用强烈。从1月均温和7月均温的条件来看，冷期时应属季节性冻土环境，尚未达到多年冻土环境。

山顶花岗岩体在长期的冻裂作用下,沿着多组节理走向(N0°E, N60°～70°E, N20°W 和 N70°W)与近于水平的和斜交的节理、裂隙的崩塌和剥落,其残留体形成了峰林和巧石[22～23]。沿着主要垂直节理形成柱状奇峰。沿着垂直和斜交节理形成锥状峰林,如莲花峰。沿多组垂直、水平和斜交节理崩塌其残留的岩体形成了多种形态的巧石。有的巨石从不同角度观之,其形态各异,从而形成了黄山有名的景点。从这些奇峰巧石的成因来看,是寒冻风化作用沿着花岗岩节理剥落崩塌形成的,而与冰川作用无关。地理地质研究者都知道,如果黄山冷期时发育了冰川,则突出于山峰山坡之上的这些奇峰巧石都将被冰雪流动的剥蚀作用铲除殆尽。可见,这些奇峰巧石的存在,也从另一个角度说明了冷期时黄山没有经过冰川作用。目前黄山等导游书及小册子,缺乏具有较高地貌专业水平人员的指导和审核,常出现有科学性的错误。这些也希望引起有关人士的注意。

经过了几十年的争论[3]和近年来多方面的研究,使人们对黄山地质地貌和环境变化的了解比以前更为深入、更为客观和科学。相信不久的将来,地学界,特别是地理地质学界,能取得较为一致的认识。

致谢:作者对加拿大 Alberta 大学 N. Rutter 教授,英国 Leisester 大学 E. Derbyshire 教授、美国纽约州立大学(Binhamton) D. R. Coates 教授和中国地学界同行们的热情鼓励和有益的讨论,致以衷心感谢。

参 考 文 献

1 Lee J. S.. Confirmatory evidence of Pleistocene glaciation from the Huangshan, southern Anhui. Bull. Geol. Soc. China, 1936, **15**(3): 279－284

2 黄培华.关于长江以南地区冰川遗迹问题,科学通报,1963,(10): 29～33

3 黄培华.五十年来中国东部第四纪冰川问题的研究及其争论.冰川冻土,1983,**5**(2): 1～8

4 Derbyshire E. A history of glacial stratigraphy in China. Quaternary Science Reviews. 1987, 6: 301－314

5 黄培华.黄山山体的演化过程研究.中国科学技术大学学报,1995, **25**(2): 160～165

6 王长荣.黄山地质研究.安徽师范大学学报,1989, **12**(4): 35～40

7 黄汲清,等.中国大地构造及其演化.北京:科学出版社,1980,111～118.

8 周太禧等.安徽印支期岩浆岩活动质疑.岩石学报,1988, **3**(1): 46～53

9 黄培华.庐山黄山第四纪时期地貌发育和自然环境演变.见:包浩生.任美锷教授八十华诞地理论文集.南京大学出版社,1993, 114～120

10 R. F. Diffendal Jr. et al. Weathering and structural features of Huanghsan, in China. Geol. Soe. of America, North Central section. Abstracts with Programs, 1996, **28**(6): 36

11 谢又予,等.黄山地区第四纪沉积物特征.中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集.北京:科学出版社,1985, 71～78

12 黄培华,等.中国东部第四纪自然环境演化及庐山"冰碛层"堆积时期的自然环境研究.地理学报,1987, **42**(4): 289～298

13 孔昭宸,等.依据孢粉资料讨论周口店地区北京猿人生活时期及其前后自然环境的演变.见:吴汝康,等.北京猿人遗址综合研究.北京:科学出版社,1985, 119～154

14 黄培华.猿人洞的溶洞演化和堆积旋回与北京猿人生活环境.人类学学报,1995,**14**(2): 101－109

15 黄培华,等.黄山更新世冰川遗迹现象质疑.中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集.北京:科学出版社,1985, 38～40

16 黄培华.黄山山麓第四纪粘土砾石层形成机制和环境的研究.地理科学,1994, **14**(3): 211～216

17 Helland P. E. et al. SEM analysis of quarz sand grain surface textures indicates alluvial/calluvial origin of Quaternary "glacial" boulder clays at Huangshan (yellow mountain), East-Central China. Quaternary Research, 1977, 48: 177－186

18 黄培华.中国第四纪时期气候演变与庐山冰川遗迹问题.冰川冻土,1982, **4**(3): 1～14

19 李文漪.论中国东部第四纪冷期植被与环境.地理学报,1987, **42**(4): 299～307

20 周秉银,等.杨子鳄如何渡过第四纪冰期.华中师范大学学报(自然科学版), 1994, (2): 260～262

21 旋雅风,等.中国东部第四纪冰川与环境问题.北京:科学出版社,1989.366～371

22 孙毓飞.关于黄山某些冰川地貌问题的商权.中国第四纪冰川冰缘学术讨论会文集.北京:科学出版社,1985, 34～37

23 黄培华.黄山"冰川遗迹"真相.地理知识,1993, (2): 28～29