

论中国第四纪冰川研究的历史

景才瑞¹, 揭毅^{1,2*}, 景高了¹

(1. 华中师范大学 地理系, 武汉 430079; 2. 中国地质大学(武汉), 武汉 430074)

摘 要: 中国第四纪冰川研究历史是一个漫长的百家争鸣的历史。李四光教授生前曾致力于中国第四纪冰川研究。其成果后来集于《中国第四纪冰川》(科学出版社)与《李四光全集》(第二卷, 湖北人民出版社)之中。他与当时一些中外反对派进行了有理有据的辩论, 也得到一些中外学者的赞同。基本上得出了肯定的结论。建国后又一再时起时伏引起了不少人争鸣。最近一些新的研究成果迭出, 很有再一次论述其分布与冰川类型的必要, 如极大陆型冰川、亚大陆型冰川、极海洋型冰川、亚海洋型冰川等等。

关键词: 李四光; 中国第四纪冰川; 研究历史; 冰川类型

中图分类号: P534. 63

文献标识码: A

1 建国前的争论

关于中国第四纪冰川的研究发展历史, 就是一个百家争鸣的过程的历史, 曲折反复, 由浅入深, 逐步提高。最早记述中国东部第四纪冰川遗迹的是苏格兰地质学家格克于 1894 年出版《大冰期》一书, 其中引用外国旅行者威廉生在山东省东北部与陕西省潼关附近的一些巨大漂砾, 就认为这些巨大漂砾为第四纪冰川作用所搬运的。但格克所记述的只是根据普通旅行者的观察, 不足为地质科学家所重视, 而且《大冰期》一书在中国流传很少, 知者不多, 因而他的观点没能引起学者们的广泛关注。

真正发现并进行科学研究中国东部第四纪冰川的是从李四光教授(1889—1971)正式开始的。他于 1921 年首次在河北省太行山东麓沙河与山西省大同附近发现并确定第四纪冰川遗迹之后, 继而又在长江流域发现一系列冰川地貌与冰川堆积物, 便立即引起了地质科学界的强烈反响, 有反对者, 也有赞成者。1922 年, 李四光教授在中国地质学会第三次全体会员大会上, 作了题为“中国第四纪冰川作用的证据”的学术报告, 展现出他在沙河与大同发现的冰川条痕砾石, 但当时到会的北洋政府农商部顾问、瑞典地质学家安特生反对, 尽管他对李四光所提出的那些非断层擦痕所能解释的条痕砾石

提不出其他合理的解释, 但他对冰川作用之说只是轻蔑地一笑置之, 态度非常冷淡。由于安特生长期在中国华北地区从事考古发掘方面的工作, 他所能接触到的基本上都是干旱气候条件下的沉积, 因而他就很难接受第四纪冰川作用的观点。加之, 德国地质学家李希霍芬曾先后来中国作过七次地质调查, 足迹遍及南北, 并著有《中国》三卷, 书中对中国东部第四纪冰川作用的遗迹无所记, 所以许多中外地质学家大都默认中国东部无第四纪冰川作用可言。尽管李四光的“华北晚近冰川作用的遗迹”^[1-2]之文, 以英文发表于 1922 年 1 月英国《地质杂志》第 59 卷, 第 691 期, 第 14-21 页上, 面向了世界, 但影响不大, 只能算是开了个头, 万事开头难呀。

从 1931 年开始, 李四光教授与北京大学地质系的学生在江西省庐山进行野外实习考察, 发现更多的冰川遗迹, 如平底谷(U 形谷)、漏斗状洼地(冰斗)、冰川泥砾堆积物, 其中有些大漂砾直径达数米之巨, 远离庐山基岩达数公里之远, 有些漂砾上并带有擦痕。这些众多的现象出现, 引起李四光教授再度联想到这比河北沙河与山西大同的冰川遗迹更加明显, 非冰川作用所不能形成。于是 1933 年 11 月, 在北京召开的中国地质学会第十次学术年会上, 李四光教授以理事长的身份作了题为“扬子江流域之第四纪冰期”^[1-2]的学术报告。内容丰

富,长达两个多小时,边讲边放幻灯片,列举出庐山地区的冰川地貌与冰川堆积物证据,据此第一次将中国第四纪冰期划分为:鄱阳冰期、大姑冰期、庐山冰期三个冰期。此学术报告以英文刊登在《中国地质学会志》1933年第13卷,第1期,第15-62页上。孤掌难鸣,两石相击才会迸发出火光。为了开展争鸣,李四光教授与美国学者巴尔博、法国的牧师德日进、瑞典的学者那林、中国的学者杨钟健等于1934年,在江西庐山现场考察讨论,各述己见,未得统一。那林对李四光教授说,这些现象要是在我的国家——瑞典发现就是冰川作用形成的。模棱两可,骑墙观望。杨钟健后来在李四光去世后,回忆庐山这场考察讨论时说:“一九三四年我和李先生,德日进,巴尔博,那林等人去庐山看庐山的冰川的情形,那主要表现出三方面:1. 李先生的解放思想,破除迷信,不为外国邪说所束缚的精神。2. 德日进等特别以冰川专家自居的那林,抱着成见,不肯面对事实,而顽强的反对李先生的看法。3. 我那时既不很了解(说完全不了解,也不见得。因为我在德国阿尔卑斯山区看了许多冰川遗迹),也没有斗争的勇气,竟采取骑墙态度,不置可否。李先生对我这一点显然是不大满意的,但仍然对我非常客气,使我至今不忘。”^[3]

1944年,孙殿卿、徐煜坚研究员曾在《地质论评》9(3-4)上发表“广西第四纪冰川之初步考察”一文,丁骥教授持反对意见,在《地质论评》1945年,10(1-2)上发表“论广西第四纪冰川遗迹”。孙殿卿、徐煜坚又争鸣在《地质论评》1945,10(5-6)发表“答论广西第四纪冰川遗迹”,并未说服对方,丁骥教授也在《地质论评》1945,10(3-6)上同时发表“再论广西第四纪冰川遗迹”。孙殿卿、徐煜坚又在《地质论评》1946年,11(1-2)上发表“再答丁骥先生‘论广西第四纪冰川遗迹’”。互相争鸣,各述其理。与此同时,李承三、郭令智、周廷儒教授等也报道了他们在大巴山科学考察中发现的冰川遗迹。

1937年,李四光完成了《冰期之庐山》一书的写作(但因抗日战争未能及时出版,一直到抗日战争胜利后,1947年才正式出版面世),对他调查研究以庐山为中心的第四纪冰川作了总结性的论述道:“于一九二一年,著者于大同及太行山东麓等处发现漂砾……三十年代初,复在庐山及其附近发现冰川之停积物,远及鄱阳湖畔。反复搜寻其成因,除冰川流行而外,莫得一解。于是复以私见公诸于世,以期严正之商讨。而论者未察详情,力持异议,其中以巴博尔及德日进二氏反对最力……复于天目山

之北部千亩田等处,遇见U形谷,及其他曾经冰川剥削之地形,而漂砾之来自天目者,竟达孝丰城以北……迨至一九三六年春夏之交,著者在安徽黄山,于U谷削壁上发见冰磨条痕,并在该山后海中获得具条痕之漂砾。继又与李叔唐君于鄱阳湖畔白石嘴发掘泥砾岩与中石炭世石灰岩之接触面,历睹石灰岩面亦具极显著之条痕。尤有进者,磋磨此一部分条痕之石块,亦于其旁得之。两者相磨之面,凸凹相符,石块乃由冰川推动,毫无可疑。至是中国冰期冰川现象,始得谓之确定”^[1-2]。当时国际联盟派至南京国立中央大学地理系任教的维曼教授,亲自到黄山与庐山调查研究后,赞同李四光教授冰川的见解。

2 新中国建立后的争鸣

1949年10月1日,新中国的建立,标志着中国人民从此站立起来了,结束了半封建半殖民地屈辱的时代,李四光教授回顾过去,为什么那些外国人在中国的威信。”^[1-2]当时以农商部顾问安特生为中心的巴博尔、德日进、那林等,在旧中国是很有“地位”与“威信”的,连科学家杨钟健当时在巴博尔、德日进,那林这些外国人面前,“也没有斗争的勇气,竟采取骑墙态度,不置可否。”^[3]由此也就可以理解李四光教授于1952年,发表在《地质论评》16(3)上“地质工作者在科学战线上做了一些什么”^[1-2]中,所说的那番话了。

学无止境。新中国建立后中国第四纪冰川地质学,与其他所有科学一样,都得到了很大的发展。在党的发展科学的百家争鸣方针引领下,1960年,成立了以李四光教授为组长的中国第四纪冰川遗迹研究中心联络组,开展调查研究工作,其调查研究成果,于1964年在北京科学出版社出版了《中国第四纪冰川遗迹研究文集》^[4]。当时来北京参加国际学术会议的前苏联科学院院士的纳里夫金,在考察了北京西山隆恩寺山坡上的基岩冰溜面后,赞同李四光的冰川学说,并发表了“亚洲地质史的光辉一页”(见《科学通报》1961年第4期)。

为了支援三线建设,地质部成立了西南第四纪冰川专业考察队前往川西攀枝花钢铁基地考察,其中“四川西昌螺髻山地区第四纪冰川地质”考察报告等,被各派学者所公认,后集结出版在《中国第四纪冰川地质文集》之中(地质出版社1977年2月)。另一考察报告“弄弄坪第四纪地层调查简报”在当时是作为“绝密”科学文件,提供建设施工攀枝花钢

铁公司参考的。后来攀枝花市科委书面评述说:“一九六五年至一九六六年,地质部西南第四纪冰川专业考察队(以下简称考察队),为了支援西南大三线建设,曾来四川省渡口(现改名为攀枝花市)进行野外第四纪地质考察,景才瑞同志当时为考察队的技术负责人之一。该队在完成考察任务后曾写出攀枝花钢铁基地厂址《弄弄坪第四纪地层调查简报》,我委为了证明考察队及其所提报告对攀枝花建设的贡献,曾向有关单位的工程技术人员进行调查,征求意见,现综合评述如下:一、考察队利用冰川理论说明弄弄坪地层构造获得成功解释,从冰川地质角度说明了规律性,当时负责钢铁厂设计任务的工程师依据这些理论与说明解决了许多设计方案问题。经多次工程地质钻孔证实考察队所提报告是符合实际的,实践证明冰川理论是正确的。二、冶金部昆明勘测公司曾接受委托作过冰碛卵石层的野外荷载试验,设计部门根据荷载试验所得数据,应用于重型设备基础的沉降量验算,计算结果沉降量不大,完全符合考察队所作鉴定结论。三、攀枝花地区的滑坡往往与“昔格达地层”有关,经过考察队的考证,对“昔格达地层”的形成、遇水崩解等特性作了详细的、有说服力的说明,设计人员在地基设计与滑坡处理中均曾引用过考察队的资料,实践证实是成功的。综上所述,当时考察队来攀枝花考察后所提出的学术性报告,其理论对攀枝花建设曾起到重要的指导作用。为节省人力、物力、财力创造过很大的经济效益。更为重要的当时西南三线建设是在“备战、备荒、为人民”的形势下进行的,要争取时间早日建成攀枝花钢铁基地。当时景才瑞同志参加工作的考察队为此作出了重大贡献,特此证明。四川省攀枝花市科委一九八八年九月六日”^[6]。”

实践出真知,实践是检验真理的唯一标准。李四光教授一再强调第四纪冰川研究必须为生产建设服务,他于1963年4月20日在《人民日报》第五版上发表了题为“就华北平原打井谈冰期问题”一文,进一步把第四纪冰川的调查研究和生产建设紧密结合起来,为大家作出了很好的榜样。尽管实践证明如四川省攀枝花市科委所说:“实践证明冰川理论是正确的。”但人们对自然现象的认识有深有浅,有先有后,当时在中科院古脊椎动物与古人类研究所进修的青年教师黄培华,受到裴文中等研究员的不相信中国东部有第四纪冰川的影响,于1963年在《科学通报》1月号上发表“中国第四纪时期气候演变的初案探讨”一文,质疑庐山第四纪冰川。接着地质力学研究所的曹照垣等于1963年在《科学

通报》3月号上发表“关于中国的冰期和间冰期问题”,同年吴锡浩、浦庆余等在《科学通报》6月号上发表“对中国第四纪时期气候演变的初步探讨一文的讨论”,相互争鸣。同年黄培华又在《科学通报》10月号上发表“关于长江以南地区第四纪冰川遗迹问题”,继续质疑庐山第四纪冰川,1964年曹照垣、吴锡浩、浦庆余又在《科学通报》1月号上发表“庐山及其东北麓的冰川遗迹”一文,列举客观存在的冰川遗迹事实争辩,各述己见,百家争鸣嘛。当时波兰柯萨尔斯基地质学专家来中国庐山实地考察后,回国著文肯定庐山存在第四纪冰川。他的译文“中国东部山地更新世冰川作用问题”,刊登在《地理译丛》1964年第1期上。文中肯定地说“我们可以得出结论:在中国更新世有四个冰期,庐山北麓的‘新桥可以说有一个终碛丘陵’,G. B. 巴尔博对李四光观点的批评是很苛刻的,应该强调的是在他的批评中也有不合理的地方”^[8]。南京大学地理系地貌教研室以杨怀仁教授为主任于1974年,在科学出版社出版的专著《中国第四纪冰川与冰期问题》进一步肯定了中国东部第四纪冰川的存在。

3 改革开放以来的继续争鸣

十年动乱的文化大革命浩劫结束与改革开放伊始,科学春天的到来,中国第四纪冰川与其他所有科学一样,重新得到恢复与新的发展,孙殿卿、周慕林、潘建英于1977年在《地质学报》第2期上发表“中国第四纪冰期”^[9],景才瑞等于1979年在《华中师院学报》(自然科学版)第1期上发表“论庐山第四纪冰川遗迹”^[10],于1987年,又在《地理学报》第42卷第1期上发表“再论庐山冰川遗迹”一文^[11],均重新开始进行一步论证肯定中国东部的第四纪冰川遗迹与冰期问题”。杨钟健院士生前说:“研究第四纪地质,冰川是个纲,最为重要。……冰川好比开门的钥匙,没有钥匙开不开门,更谈不到登堂入室了”^[3]。

事物的发展总是波浪式起伏的,文武之道一张一弛。1980年英国学者德比希尔来兰州大学讲学结束,施雅风、崔之久、李吉均、德比希尔等学者,景才瑞作为带路者同去庐山现场观察,时间很短,德比希尔在结束时作了长篇总结性的发言,认为庐山不存在第四纪冰川,而是泥石流形成的地貌与堆积物,施雅风等学者同意这种观点,我们当时很不以为然,心想李四光教授在庐山作了比较长时间野外调查研究,南京大学地理系的系主任任美镔教授、杨怀仁教授等都考察过庐山,任美镔教授并在《地

理学报》第19卷,第1期上发表“庐山地形的初步研究”论文,肯定庐山顶部的冰蚀地形,并说“庐山在第四纪时,曾经有过冰川,目前冰蚀地形和冰川堆积物都非常显著,这是毫无疑问的”^[11]。我从1956年开始,那时在华东师范大学地理系进修班跟随前苏联专家祖波夫及华东师大教授严钦尚在庐山考察一月左右,总结写出“关于庐山冰蚀地形的讨论”之心得文章,发表在《地质论评》第18卷第3期上^[13]。从1958年在华中师范大学地理系讲授“地貌学与第四纪地质”课程,年年都带学生到庐山作野外实习考察,山上山下到处都考察遍了。怎么这次很短时间走马看花式的看看,也未进行深入室内微观分析,就否定了庐山冰川前人研究的成果,不以为然。但参加的学者施雅风说“庐山的老农,一辈子生活在庐山,他也不知道冰川是怎样的”^[14]。并说“景才瑞就不赞成我的观点”^[14]。我更加不以为然,这不是把李四光、杨钟健、孙殿卿、任美镔等院士都比作庐山老农了吗?都把庐山冰川认错了吗?不过这时他还清醒地说“为了发扬百家争鸣的方针,这次会议没有下任何结论”^[14]。

从1981年到1982年,《自然辩证法通讯》先后陆续发表了施雅风的“庐山真的有第四纪冰川吗?”(1981年第2期)、景才瑞的“庐山没有第四纪冰川吗?”(1981,3(4):42-46)、任美镔、刘泽纯、王富葆的“对庐山第四纪冰川问题的几点意见”(1982年,4(2):37-39)、周慕林的“庐山有第四纪泥石流吗?”(1982年,4(2):40-42)、黄培华的“《冰期之庐山》质疑”(1982年,4(3):43-45)、刘昌茂的“也谈庐山第四纪冰川”(1987年,4(3):46-49)六篇文章,三篇肯定庐山有第四纪冰川,三篇质疑庐山第四纪冰川,旗鼓相当,百家争鸣,各述己见,谁也没有说服谁。该刊物在1982年第3期的“问题讨论”栏目,还专门加了“编者按”说:“为了贯彻‘百家争鸣’的方针,本刊去年第2期发表了施雅风的文章,就‘庐山有没有第四纪冰川’展开了学术讨论。以后,我们又陆续发表了几篇关于这个问题的讨论文章,本期再选两篇于后。因为这个问题比较专门,希望今后能在有关的专业刊物上进行更加深入的讨论,由专业工作者集体根据观测事实与理论分析来作出科学的结论。本刊限于篇幅,不拟继续刊载这方面的文章了。希望有关作者鉴谅。”编辑部未作“科学的结论”,也作不了“科学的结论”而告终。

接着1987年至1988年之间又掀起一轮对庐山第四纪冰川有无之争的讨论,我们都是作为应战者先在1987年6月22日第3版《科技日报》第3

版上,刊发了我们的参加讨论的文章“关于中国第四纪冰川研究问题”,从“双方各有所据”、“作者的实践和认识”与“再实践再认识”三个方面,肯定庐山第四纪冰川的存在。又于1988年4月23日《北京科技报》第三版上,刊发了我们参加该报讨论的文章“百家争鸣的论例——中国东部中低山地第四纪冰川有无之争”。还于1998年参加全国地质学会的学术会议上的争鸣,王子贤主编:《地质与哲学》(北京:中国文史出版社,1998年)一书,收入了我们的“也谈中国东部第四纪冰川争论问题及其哲学意义”的应战发言稿。均是一再肯定中国东部第四纪冰川的存在。

1989年,科学出版社出版了施雅风等的专著《中国东部第四纪冰川与环境问题》一书。著者自认为“看来这个地质学界争论了几十年的问题,有平息的趋势。但要完全消除错误的观点,可能还要几十年”^[14]。这里他所指的“错误的观点”,到底是不是错误观点,还有待百家争鸣与实践的进一步检验。

4 新世纪(21世纪)的进一步争鸣

2006年3月河北科学技术出版社出版了施雅风等的《中国第四纪冰川与环境变化》一书,更加有点急于求成的极端化说:“我们明确无误地认为,中国东部3000~2500m以下的中低山在第四纪期间从未有过冰川活动”^[15]。这就有点像在这个问题上争鸣得胜,从此得出了否定的定论,有点关门之意了。岂不知学无止境,百家争鸣永远不会结束的。新世纪不少新的调查研究成果迭出,又有打开这个研究之门趋势。如2003年12月由海洋出版社出版的李乃胜、石学法、赵松龄、于洪军4位的专著《崂山地质与古冰川研究》^[16],又如2008年12月出版的李培英、徐兴永、赵松龄三位的专著《海岸带黄土与古冰川遗迹》^[17],还有2009年6月地质出版社出版的施满堂、俞建长二位的专著《冰期白云山》^[18]等等,均根据最新的野外调查研究的第一手科学资料,证明中国东部中低山,甚至丘陵,在第四纪期间确实有过冰川活动。刘东生院士也明确无误地认为:“更新世期间,山东丘陵一带普遍发育了低海拔型古冰川,留下大量古冰川遗迹。许多古冰川遗迹已进入陆架区,展示了陆架区沉积与古冰川活动之间存在密切关系。更新世多次出现的冰期时代,北方冷空气强劲,特别是频繁的寒潮活动,不断地带来大风、低温和降雪。不仅在北方加大了黄土的堆积速度,而且还使华北古湖周边的低山丘陵和中低山地出现了多期冰川活动。大量调查资料已经

证实:有的古冰川遗迹已深埋于古华北湖的底部,有的则延伸到黄海陆架区;有的则构成山东半岛和辽东半岛所特有的冰碛海岸;有些巨大的古冰川漂砾还会形成冰碛小岛。冰期时期降落在冰川活动区和积雪分布区的黄土物质,在冰雪消融时会将其带入古华北湖中,或者带入陆架,而成为黄渤海陆架沉积的物源之一,这就是我国东部,特别是华北古湖的周边黄土堆积剖面部分缺失的原因^[18]。与时俱进,最近新世纪以来,解放思想,实事求是,面对这些新发现的客观存在的古冰川遗迹,刘东生院士进一步明确无误地认为:“中国第四纪(时代)的研究,过去对生物演化、气候变迁等方面的工作较多,而对区域性的,不同沉积物类型的成因和它们之间的演化和特征性的讨论则较少。东部是中国第四纪研究的发祥地,是一个研究较多的地区,对其地质历史似已有了‘定论’。从科学研究上来说,这是一个发现不了问题、找不到新的解释的‘窘境’。李培英等同志这本书(指海洋出版社于2008年12月出版的《海岸带黄土与古冰川遗迹》专著——笔者注)全面而系统地把华北地区东部作了全新的阐述和讨论,并在理论上有所创新,走出了这种‘窘境’,值得庆贺和学习。(这)本书使人们可以重温以往的认识,也使人们在开始认识中国东部的地质中,全面系统地认识东部,认识中国的全部”^[18]。刘东生院士不厌其烦的在为这本书作的“序言”中,一而再的肯定介绍说:“这是一本发人深思的富于思想力的书,愿广大读者喜欢它,理解它”^[18]。我之所以在这里也不厌其烦的介绍这本书与刘东生院士为这本书所写的“序言”中的内容所包涵的认识与学术观点,就是希望重新打破那个“定论”,把争鸣之门再打开,走出“窘境”,解放思想,实事求是面对这些新的冰川遗迹客观事实,温故而知新,再次重新讨论中国东部的第四纪冰川问题,促使中国第四纪冰川研究上一个新的台阶。

如上所述之中,之所以有的著作中硬性规定“中国东部3 000~2 500 m 以下的中低山在第四纪期间从未有过冰川活动”^[15]。有些是以中国西部的大陆型冰川的雪线高度,来推论中国东部海洋型冰川雪线的高度,岂不知这两种物理性质大不相同的不同类型,其特点也是大不相同的。西部地处大陆中心,离海洋的距离较远,气候干燥,降雨量与降雪量很少,冰雪积累很慢,冰川厚度较薄,规模范围较小,比较稳定,活动性弱,流动速度也慢,积累补给不多,融蚀消毫也不多,雪线自然较高,属于大陆型冰川类型。东部地处大陆边缘,离海洋的距离很

近,气候湿润,降雨量与降雪量丰富,冰雪积累很快,雪线自然较低,气温并不太低,总在0℃上下升降,时冻时解,冰川主要依据丰富的降雪所提供的物质条件而发育,进行有活跃的冰雪融水参与成冰过程的暖型成冰作用,速度加快,补给充足,冰川作用能大,运动速度较快,消融也快,可塑性强,进退幅度大,波动次数多,地质——地貌作用强烈,水分循环过程较快,冰川作用活跃,属于海洋型冰川类型。从冰川的物理性质不同,有人把冰川划分为极大陆型冰川、亚大陆型冰川、海洋型冰川3大类型。若从层次上来说,这样的划分不是很妥当的,因为三者层次上是不对等的。应该首先划分为大陆型冰川与海洋型冰川两大类型。大陆型冰川从其大陆性程度大小不同,即可再划分为极大陆型冰川与亚大陆型冰川两个次一级的冰川类型,那么海洋型冰川也可依据其海洋性程度大小不同,再划分为次一级的极海洋型冰川与亚海洋型冰川两个亚类型。这样一来就可以层次对等的把冰川划分为:极大陆型冰川、亚大陆型冰川、极海洋型冰川与亚海洋型冰川4个类型,才比较合乎逻辑。以上刘东生院士所提出“低海拔型古冰川”,就应该是属于极海洋型古冰川。这样就容易理解刘东生院士之所以对《海岸带黄土与古冰川遗迹》这本专著的厚望,说它“值得庆贺和学习……愿广大读者喜欢它,理解它”^[18]了。

5 继续百家争鸣

作为地质界的新兵、老兵,细读《中国国家地理》2009.10 总第588期400页巨厚版,第33页上刊有“地理科学与资源研究所十人提案”中第9为“20世纪30年代,李四光发现庐山冰川遗迹”。第115页上刊有“中山大学五人提案”中第7为“1933年,李四光发现中国东部第四纪冰川地貌”。以上两项均为实事求是地客观记载。但后面没有注明页码的“中国地理百年大发现”入围名单中第20为“20世纪30年代,李四光发现庐山冰川遗迹,20世纪80年代,施雅风、崔之久和李吉均等学者否定了庐山和中国东部山地第四纪曾有冰川发育的猜测,”何谓“否定”?若说不同意见或反对意见就是“否定”的话,哪早在建国前就被外国学者巴博尔、德日进和那林等“否定”了,也被中国学者丁骥教授“否定”了,丁骥教授在他的《地形学》(国立编译馆主编、五南图书出版公司印行、一九八一年)专著595页中写道:“其实作者对于华东南有大陆性冰流的学说,根本不相信是可能的,理由已见于

1945年的两篇文章之中。迄今未见有什么更强的理由可以改变作者的一隅之见。李四光先生见示的庐山冰碛、季候泥等,作者看来正是相反的,冰碛乃是雪融的山崩堆积,其季候泥乃是沙泥沉积的风化薄层(laminae)风化环”^[20]。也即1945年就被丁骥也“否定”了吧?何劳施雅风等迟到20世纪80年代才“否定”呢?这只能都说是不同见解、不同观点的百家争鸣的意见之一而已。至于说到“猜测”二字,这就更令读者费解了,这样轻蔑的把沈玉昌研究员在《科学通报》1962年1月号上发表的“我国地貌学的任务与方法问题的商榷”一文中,所肯定的“解放以前,我国地质与地理工作者在华北与西南各省作了一些地貌调查研究工作积累了不少资料,其中有独创性贡献者,首推李四光先生《冰期之庐山》(‘冰期之庐山’)一书。李氏在中外学者反对声中,大胆地、有根据地提出了第四纪时期我国东部冰川流行的学说”^[21]。应该说李四光教授发现的庐山冰川遗迹,所著的《冰期之庐山》一书,是“有根据”经过“地貌调查研究”中“有独创性贡献者”,怎么能轻蔑的说成是“猜测”呢?若说是“猜测”,那么赞成庐山及中国东部有第四纪冰川的中外专家,如孙殿卿院士、陈庆宣院士、杨钟健院士、张文佑院士、郭令智院士、贾兰坡院士、任美锬院士、李承三教授、杨怀仁教授、严钦尚教授、高泳源研究员等等,以及最近提出中国东部山东半岛与辽东半岛等处的“低海拔型古冰川,留下大量古冰川遗迹”,刘东生院士的研究成果,都是随李四光之后的“猜测”,而算不上科学调查研究,甚至也算不上百家争鸣的意见了。更有甚者解放前与解放后不少外国地质学专家,如奥地利的维斯曼、波兰的柯萨尔斯基、前苏联的纳里夫金院士、美国爱达荷州立大学的米勒博士、国际地质合作计划北半球第四纪冰川作用科研项目主席西勃拉瓦博士、国际第四纪研究联合会秘书长、瑞士苏黎世大学教授施吕克特博士、德国哥丁根大学教授库勒、美国的冰川学家瑞奇芒教授等等,他们不少都亲自到庐山经过调查研究,少数是读了庐山的科学研究资料,都肯定庐山的第四纪冰川活动。其中尤其是国际第四纪研究联合会秘书长施吕克特教授,他在庐山大校场谷口的剖面中,找到了标准形态的冰川砾石熨斗石,察看了该处冰川底碛对岩床挤压所产生的冰川动力结构遗迹,以及冰碛砾石的组构特征;在金氏山庄的冰水剖面和新桥的终碛垅剖面附近,他确定了庐山山麓终碛垅前端的冰界沉积,这是区别泥石流或洪积扇的关键所在;他在仔细观察了羊角岭的表皮构造后指出:

“羊角岭的表皮构造太好了,就是在阿尔卑斯山地区的冰碛层里也是少见的冰川构造现象,这种现象决非泥石流所形成。我在美国看过许多泥石流,这里不是”^[22]。以上这些中外专家肯定庐山与中国东部第四纪冰川调查研究的科学成果,都是“猜测”的吗?用轻蔑的“猜测”二字抹煞得了吗?何况由国土资源部地质环境司编、地质出版社于2002年2月出版的《走进国家地质公园》一书第14页所载“江西庐山国家地质公园”一文中说:“20世纪30年代,李四光教授建立的第四纪冰川剖面保存尚佳,冰川遗迹清晰可辨”^[23]。不久又由联合国教科文组织派地学专家与中国地质学专家到庐山联合现场考察,认为庐山第四纪冰川遗迹与地质构造典型,将庐山进一步命名为世界地质公园。难道这些都是跟着李四光教授“猜测”的吗?若要像《中国国家地理》上所载硬说“20世纪80年代,施雅风、崔之久和李吉均等学者否定了庐山和中国东部山地在第四纪曾有冰川发育的猜测”,那么刘东生院士在2008年所提出的山东半岛沿海的“低海拔型古冰川”与包括施吕克特博士在内的中外地学专家肯定庐山和中国东部中低山的第四纪冰川存在的科学见解,不是又否定了施雅风等否定庐山冰川的见解吗,不是一个否定之否定吗。科学问题是很严肃的问题,科学调查研究事业是很严肃的事业,对待科学问题必须保持严肃、公正、公平、客观的态度,对争鸣中的双方作对等的报道,尤其是不能把争鸣中的一方严肃的科学研究成果轻蔑地说成是“猜测”。

言归正传,学无止境,科学研究没有尽头,促进科学发展的百家争鸣方针也没有停止之日,绝不能说昨天为了百家争鸣不作结论,今天就不再百家争鸣了,而作出中国东部中低山第四纪期间无冰川的结论。拜读施雅风院士的见解:“无论多么伟大的学者,认识自然总是要受到科学技术条件和客观过程的限制,也受到主观条件的限制,总是不完整的。某些认识上的缺陷,由后人修正补充是历史发展的必然规律,也是我们后来者义不容辞的责任”^[14]。其中所说的“无论多么伟大的学者”,应该既包括李四光院士,也包括施雅风院士在内,修正补充之法,还是继续百家争鸣。我们的态度是:我们虽然认为中国东部中低山地与庐山在第四纪期间有过冰川活动,冰川遗迹可资佐证,公诸于众,使它在百家争鸣过程中,尤其是在实践检验过程中,不断地去粗取精,去伪存真,由此及彼,由表及里的改造制作工夫,经过清洗,取消一些,修正补充另一些,得出

自己所在阶段的正确结论. 是否有当, 欢迎批评指正.

参考文献:

- [1] 李四光. 中国第四纪冰川[M]. 北京: 科学出版社, 1975.
- [2] 李四光. 李四光全集第二卷[M]. 武汉: 湖北人民出版社, 1996.
- [3] 杨钟健. 李四光纪念文集[M]. 北京: 地质出版社, 1981.
- [4] 李四光, 李承三等. 中国第四纪冰川遗迹研究文集[M]. 北京: 科学出版社, 1964.
- [5] 纳里夫金. 亚洲地质史的光辉一页[J]. 科学通报, 1961(4)//高师函授学刊, 1989(3): 8.
- [6] 景才瑞, 罗红. 中国科技界的一面旗帜李四光[M]. 武汉: 湖北美术出版社, 2006.
- [7] 李四光. 就华北平原打井谈冰期问题[N]. 人民日报, 1963-4-20(5).
- [8] 柯萨尔斯基. 中国东部山地更新世冰川作用问题[J]. 地理译丛, 1964(1)//高师函授学刊, 1989(3): 8.
- [9] 孙殿卿, 周慕林, 潘建英. 中国第四纪冰期[J]. 地质学报, 1977(2): 101-108.
- [10] 景才瑞等. 论庐山第四纪冰川遗迹[J]. 华中师院学报: 自然科学版, 1979(1): 26-38.
- [11] 景才瑞, 刘昌茂. 再论庐山冰川遗迹[J]. 地理学报, 1987(1): 82-85.
- [12] 任美镔. 庐山地形的初步研究[J]. 地理学报, 1953, 19(1): 65.
- [13] 景才瑞. 关于庐山冰蚀地形的讨论[J]. 地质论评, 1985, 18(3): 214-223.
- [14] 施雅风. 施雅风口述自传[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2009.
- [15] 施雅风. 中国第四纪冰川与环境变化[M]. 郑州: 河北科学技术出版社, 2006.
- [16] 李乃胜, 等. 崂山地质与古冰川研究[M]. 北京: 海洋出版社, 2003.
- [17] 李培英, 徐兴永, 赵松龄. 海岸带黄土与古冰川遗迹[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [18] 刘东生. 序言(海岸带黄土与古冰川遗迹)//李培英等. 海岸带黄土与古冰川遗迹[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [19] 施满堂, 俞建长. 冰期白云山[M]. 北京: 地质出版社, 2009.
- [20] 丁骥. 地形学[M]. 台北: 五南图书出版公司印行, 1981.
- [21] 沈玉昌. 我国地貌学的任务与方法问题的商榷[J]. 科学通报, 1962(1): 13-18.
- [22] 许红卫. 外国学者论中国东部第四纪冰川[J]. 高师函授学刊, 1989(3): 7-9.
- [23] 国土资源部地质环境司编. 走进国家地质公园[M]. 北京: 地质出版社, 2002.

On the history of China Quaternary Glaciation research

JING Cairui¹, JIE Yi^{1,2}, JING Gaoliao¹

(1. Department of Geography, Huazhong Normal University, Wuhan 430079;

2. China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074)

Abstract: Prof. Li Siguang (J S Lee) was devoted to Quaternary glaciation research in China during his lifetime. His research results has been listed into "China Quaternary Glaciation (glacial)" & "Li Siguang Complete Wroks". At that time he held a reasoned debate with the opposing scholars both at home and abroad and his glacial theory was basically gained acceptance. After the founding of the People's republic of China, his glacial theory gave rise to a considerable debate again. With the emergence of some new recent research results, it is very necessary to discuss the distribution and types of Quaternary glaciers in China Types: extreme continental glacier, Sub-Continental glacier extreme marine glacier, Sub-marine glacier.

Key words: Li Siguang, ; China Quaternary glaciation; research history; glacier type

作者: 景才瑞, 揭毅, 景高了, JING Cairui, JIE Yi, JING Gaoliao
作者单位: 景才瑞, 景高了, JING Cairui, JING Gaoliao(华中师范大学, 地理系, 武汉, 430079), 揭毅, JIE Yi(华中师范大学, 地理系, 武汉, 430079; 中国地质大学, 武汉, , 武汉, 430074)
刊名: 华中师范大学学报(自然科学版) 
英文刊名: JOURNAL OF CENTRAL CHINA NORMAL UNIVERSITY (NATURAL SCIENCES)
年, 卷(期): 2010, 44(2)
被引用次数: 0次

参考文献(23条)

1. 李四光 [中国第四纪冰川](#) 1975
2. 李四光 [李四光全集](#) 1996
3. 杨钟健 [李四光纪念文集](#) 1981
4. 李四光, 李承三 [中国第四纪冰川遗迹研究文集](#) 1964
5. 纳里夫金 [亚洲地质史的光辉一页](#) 1961(4)
6. 景才瑞, 罗红 [中国科技界的一面旗帜李四光](#) 2006
7. 李四光 [就华北平原打井谈冰期问题](#) 1963
8. 柯萨尔斯基 [中国东部山地更新世冰川作用问题](#) 1964(1)
9. 孙殿卿, 周慕林, 潘建英 [中国第四纪冰期](#) 1977(2)
10. 景才瑞 [论庐山第四纪冰川遗迹](#) 1979(1)
11. 景才瑞, 刘昌茂 [再论庐山冰川遗迹](#) 1987(1)
12. 任美镠 [庐山地形的初步研究](#) 1953(1)
13. 景才瑞 [关于庐山冰蚀地形的讨论](#) 1985(3)
14. 施雅风 [施雅风口述自传](#) 2009
15. 施雅风 [中国第四纪冰川与环境变化](#) 2006
16. 李乃胜 [崂山地质与古冰川研究](#) 2003
17. 李培英, 徐兴永, 赵松龄 [海岸带黄土与古冰川遗迹](#) 2008
18. 刘东生 [序言\(海岸带黄土与古冰川遗迹\)](#) 2008
19. 施满堂, 俞建长 [冰期白云山](#) 2009
20. 丁骥 [地形学](#) 1981
21. 沈玉昌 [我国地貌学的任务与方法问题的商榷](#) 1962(1)
22. 许红卫 [外国学者论中国东部第四纪冰川](#) 1989(3)
23. 国土资源部地质环境司 [走进国家地质公园](#) 2002

相似文献(9条)

1. 期刊论文 程东来, 景才瑞, 钟学斌, CHENG Dong-lai, JING Cai-ruì, ZHONG Xue-bin [再论中国第四纪冰川](#) -[咸宁学院学报](#)2010, 30(4)
李四光教授生前曾致力于中国第四纪冰川研究, 其成果后来集于<中国第四纪冰川>(科学出版社)与<李四光全集>(第二卷, 湖北人民出版社)中, 他与当时一些中外反对派进行了有理有据的辩论, 基本上得到了大多数学者的同意, 建国后又再一次引起不少人争鸣, 最近一些新的研究成果迭出, 很有再一次讨论其分布与冰川类型的必要。
2. 学位论文 霍华亮 [中国第四纪冰川学发展的研究](#) 2009
第四纪冰川学是第四纪地质学中的一个支类学科, 它的主要目的是通过对第四纪的古冰川地形和堆积物的研究, 再现冰期和间冰期的交替, 了解这一时期冰川遗迹和活动规律, 并与其他自然地理现象联系起来, 确定第四纪地质历史和划分第四纪地层。
由于冰期和间冰期的作用在第四纪的各种作用因素中具有支配地位, 因而第四纪冰川学对于第四纪研究是至关重要的, 第四纪冰川沉积和古气候变化始终是第四纪地质学研究的主体。

第四纪地质作为科学对象进行研究始于18世纪的欧洲。但是，在中国的冰川地质研究起步较晚，主要原因是当时人们并不认为中国，尤其是在东南部有过第四纪冰川的发生。国际间的地质学者，长期认为“中国东南部无第四纪冰川”。

中国第四纪冰川的研究，始于著名地质学家李四光。李四光在1921年即已在山西大同及河北太行山东麓发现了冰川漂砾，识别出冰川流动形成的擦痕。30年代，他又在江西庐山发现冰川沉积物，在鄱阳湖边发现具冰川擦痕的羊背石；并在安徽黄山发现U形谷峭壁上的擦痕。

李四光先生，经过对这些地方的考察，发表了一系列的有关中国第四纪冰川学的文章，如《华北晚近冰川作用的遗迹》(1922年，英国《地质杂志》第59卷第691期)；《中国第四纪冰川作用的证据》(1922年，中国地质学会第三次全体会员大会上报告)；《扬子江流域之第四纪冰期》(1933年)；《安徽黄山之第四纪冰川现象》(1936年)；《冰期之庐山》(1937年)；《鄂西川东湘西桂北第四纪冰川现象述要》(1940年)；《中国冰期之探讨》(1942年)。

李四光关于中国东部第四纪冰期的学说，早期就有合作者和支持者，这其中既有李捷等一批中国地质学家，也有外国的地质同行，中国有没有第四纪冰川受到国际地质学界的关注。

由于地质现象的复杂性，很多地质学科的发展过程中都出现过纷争，中国的第四纪冰川学的发展也存在这一现象，也是在争议中前进的。历史上有过较大的学术交锋有两次：其中之一：在萌芽期，对于中国有没有发生过第四纪冰川作用，中外的地质工作者有过争论；之二，上世纪80年代初，中国现代冰川研究的开拓者施雅风等在对中国东部中低山区第四纪冰川的存在提出过质疑。他们认为，中国东部中低山区大多都不具备发育冰川的条件，只有在少部分地区有确凿的证据表明是有过冰川作用的。第四纪我国东部到底有没有大范围的冰川形成就再次成了悬案，目前，这场学术争论仍在继续。

此外，还有青藏高原的冰盖是否存在，国内外的同行们也是有过争议的，但是通过国际和国内地质专家们的考察和研究，意见趋同于：青藏高原在更新世冰川有较大发展，但没有形成统一的冰盖。

与上述两起争议形成对比的是，在中国整个西部，第四纪冰川的存在没有疑问。早在在二十世纪四十年代，著名地质学家黄汲清就对此做出卓越的贡献，发表论文阐述了冰期存在的证据，并划分了三个冰期，冰碛证据今日考察时仍可找到，其结论在整个学术界完全达成了共识。

总的来说，经过近九十年的时间，中国第四纪冰川地质学从起步、奠基、开拓、发展，现已逐步形成了一门自成系统的学科。它的基本内容属于地质学范畴，但也涉及地理学、地球物理学、地球化学、生物学、气候学和天文学等学科内容。它是研究中国第四纪气候演变和环境变迁的一门具有很强的专业性但又高度综合性的边缘学科，和人类历史发展的关系密切。研究其学科史是中国当代地质科学的重要篇章。

本论文采用内史与外史研究相结合的方法，以实证的编年史为线索，进行人物传记、思想史、社会史等方面，多角度进行了综合研究；论文通过对中国人自己创立中国第四纪冰川地质学发展历史的剖析，为我国相关的地质科学的可持续发展提供思路上的借鉴；同时为我国的科技创新与理论创新提供较为重要的启示。

本文分六部分展开:

在第一章绪论中，详细叙述了选题目的时代背景、选题的目的及意义、基本研究思路、研究方法。

在第二章中国第四纪冰川学的萌芽期中，第一部分论述了在本学科产生之前的国内外的相关情况；第二部分论述了20世纪20年代李四光初次提出中国第四纪冰川学的经过；第三部分论述的主要内容是，在此萌芽阶段其显著的特点：一是李四光把在中外遇到地貌现象相比较，推断出中国可能经历过第四纪冰川的作用，结论以推断为主的；二是，研究者主要是李四光先生，其得出的结论导致本学科的第一次争论的产生。

在第三章中国的第四纪冰川学的奠基期中，详细论述了李四光得出中国发生过第四纪冰川作用的这一结论的历史过程，他在科学实践中得到一系列的证据，从而使的中国第四纪冰川学得以建基存在，此外本章还论述了其他地质工作者对此的贡献。

在第四章中国第四纪冰川学的成长期中，论述了建国后该学科的发展情况，及其相关的建制化进程。

在第五章中国第四纪冰川学的发展历程中，论述了二十世纪七、八十年代以后的学科发展历程，包括详述80年代的中国东部地区(以庐山，黄山等为主)的第四纪冰期是否发生的争论及青藏高原冰盖之说的争论，及现在本学科发展的新情况的论述。

在第六章对中国第四纪冰川学的回顾与总结中，对中国第四纪冰川学进行了整体论述，及本学科的发展过程对今天理论创新和科技创新的启示。

3. 期刊论文 [钱方. 赵志中. 何培元 孙殿卿先生与中国第四纪冰川 -第四纪研究](#)2007, 27 (5)

孙殿卿院士是我国第四纪冰川学奠基人之一.他是李四光教授最忠实的学生和助手,他不但继承了李四光教授的学术精华,在地质力学和第四纪冰川学方面还有创新和发展.

4. 期刊论文 [裘善文. QIU Shan-Wen 读《中国第四纪冰川与环境变化》 -地理科学](#)2007, 27 (5)

施雅风院士主编,崔之久、苏珍副主编的<中国第四纪冰川与环境变化>的学术专著,全书共19章、91万字,另附有李炳元等编制的<中国第四纪冰川图>,已在河北科学技术出版社于2006年3月出版.这部杰出的综合性专著,无疑是继著名地质学家李四光院士的“冰期之庐山”、世界级的第四纪大师刘东生院士的<黄土与环境>的专著之后,中国第四纪研究的又一项新的重大成果,无疑是对中国第四纪研究的一大重要贡献,它将推动中国新的高水平的第四纪冰川和环境变化的研究.

5. 会议论文 [景才瑞 再论中国第四纪冰川](#) 2009

李四光教授生前曾致力于中国第四纪冰川研究。其成果后来集于《中国第四纪冰川》(科学出版社)与《李四光全集》(第二卷,湖北人民出版社)中。他与当时一些中外反对派进行了有理有据的辩论，基本上得到大多数学者同意。建国后又再一次引起不少人争鸣，最近一些新的研究成果迭出，很有再一次讨论其分布与冰川类型的必要。

6. 期刊论文 [李吉均. 舒强. 周尚哲. 赵志军. 张建明 中国第四纪冰川研究的回顾与展望 -冰川冻土](#)2004, 26 (3)

自从20世纪30年代李四光先生提出庐山和中国东部山地的第四纪冰期理论以来，关于中国东部山地是否发生过第四纪冰川的问题困扰着国内外的地质工作者，并为此展开了旷日持久的争论。20世纪80年代，经过大量的实地考察和室内分析工作，在施雅风、崔之久和李吉均等撰写的<中国第四纪冰川与环境问题>一书中，对中国东部第四纪冰川得到以下基本认识：1) 确认在中国东部有确切证据的古冰川遗迹仅在陕西太白山、吉林与朝鲜接壤的长白山、台湾的雪山和玉山等，而在庐山及中国东部海拔2 000 m以下的山地第四纪期间从来没有发生过冰川；2) “泥砾”是“混杂堆积”的一种，某些疑似的古冰川地形完全可以用其它非冰川成因予以解释，所谓的冰川沉积多数情况下是季风气候条件下的古泥石流堆积；3) 中国东部第四纪环境发生过很大变化。第四纪冰期中中国北方多年冻土南界向扩展约10°，到达长城一线，中国东部地区年平均温度降低10～12℃。喜冷动物群如猛犸与披毛犀则向南分布得更远，到达长江口一带。海平面下降约140 m，古海岸远离现代海岸达600 km。由于冬季风加强，气候以干冷为主，不利于冰川发育；4) 根据过去几十年的资料，中、晚更新世中国西部山地发生过3～5次冰期，但不存在统一的大冰盖。因为青藏高原非常年轻，只是在0.8 Ma BP之后才抬升到海拔3 000 m以上，进入冰冻圈并发育冰川。中国在全球变化研究特别是古全球变化研究中处于得天独厚的地位，中国学者在黄土研究、青藏高原隆升、山地冰芯等方面已取得丰硕成果。

7. 期刊论文 [王玉净. WANG Yu-jing 李四光教授在\(筴\)类研究上的贡献 -微体古生物学报](#)2009, 26 (4)

我国著名地质学家李四光教授自1920年从英国伯明翰大学采矿系学成归国后,终生从事地质科学的研究工作,在微体古生物(筴)类和石炭—二叠纪地层、中国第四纪冰川、地质力学以及石油勘探、地震等领域取得了伟大的成就,并成为中国现代地质科学的主要奠基人之一。

8. 期刊论文 [刘忠永 新昌惊现第四纪冰川遗迹-一冰石河、冰白群和李四光环 -浙江国土资源](#)2005 (5)

浙江新昌是国家级地质公园.有着硅化木的宝库、复合型丹霞地貌的代表和火山凝灰岩的全息档案馆及恐龙乐园这四大特色.4月上旬,中国地质科学院地质研究所、中国第四纪冰川权威专家韩同林教授与中国地质科学院科技处陈尚平副教授一行到新昌考察时,在新昌发现了中国第四纪冰白群、冰石河和李四光环.新昌第四纪冰川遗迹的发现,不仅丰富了新昌国家级地质公园的内涵,而且对研究全球的环境演化及对今后气候演化趋势、变化幅度等具有重要意义.

9. 学位论文 [王敏 庐山第四纪冰川与地质遗迹](#) 2007

自上世纪二十年代，李四光在太行山东麓发现第四纪冰川遗迹以来，中国第四纪冰川研究已有八十多年的历史。此期间中国东部第四纪冰川存在与否一直存在着争论。庐山作为中国东部第四纪冰川发育的典型地区，是第四纪冰川问题的焦点，也是解决东部第四纪冰川问题的最佳切入点，对于重建古冰川地质环境和探索气候演变规律具有重要意义。

本论文通过对庐山早期钻孔(ZK<,503>、ZK, 21-4>)剖面和大排岭、叶家垄、白石嘴、羊角岭、大校场等自然剖面进行综合研究,结合岩石地层学、古地磁学、孢粉学等方面理论,并依据气候变化把庐山地层划分为10层,即冰后期、芦林冰期、庐山—芦林间冰期、庐山冰期、大姑—庐山间冰期、大姑冰期、鄱阳—大姑间冰期、鄱阳冰期、大排—鄱阳间冰期和大排冰期地层。

在判断庐山砾石层的成因上,采用声发射应力方法来测量砾石记忆上覆冰层造成的垂直应力,本文通过对东昆仑山玉珠峰(现代冰川)和东昆仑山垭口(无成因争议的第四纪冰川)地区的砾石进行测试,推算出砾石的记忆应力平均值分别为1.07 MPa和1.03MPa。以此为据,所测得记忆应力值为1 MPa左右的庐山地区的砾石(观音桥、白石嘴、羊角岭、大校场等地),为冰川沉积而成。另外,在庐山砾石层形成年代研究上,我们对代表第四纪不同冰期的砾石层进行采样,然后采用ESR和 ^{36}Cl 测试方法测定庐山砾石层的年代,所得到的年代学数据与前人运用磁性地层学方法得到的数据大体一致。以此来划分庐山第四纪各冰期,确认它在冰期中的时空位置,进一步分析庐山第四纪环境的演变和典型的冰川遗迹。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hzsfdxxb201002031.aspx

授权使用: 西北大学(xaxbdx), 授权号: e6504266-c52f-4d64-b703-9e9c00ded0fb

下载时间: 2011年3月4日