



破译“天书” 造福人类

——记国家最高科学技术奖获得者刘东生院士

刘嘉麒* 丁仲礼 蔡秉贵

(地质与地球物理研究所 北京 100101)

关键词 刘东生, 科技创新, 成果应用, 队伍建设

刘东生 第四纪地质学家、环境学家、黄土学专家, 中国科学院地质与地球物理研究所研究员, 中国科学院院士、第三世界科学院院士、欧亚科学院院士。1917 年生于辽宁省沈阳市, 原籍天津市。1937 年毕业于天津南开中学, 1942 年毕业于西南联合大学地质地理气象系, 1987 年获澳大利亚国立大学名誉科学博士, 1995 年获香港岭南大学名誉法学博士。曾担任全国人大常委会教科文卫组委员、国务院环境保护专家组组长、中国科协书记处书记、中国科学院环境科学委员会主任、中国环境科学院名誉院长、中国科技馆馆长, 中国第四纪研究委员会主席、中国科学探险协会主席、中国青藏高原研究会理事长、国际第四纪研究联合会主席和国际北极到南极环境大断面研究计划的首席科学家等职。现任《环境学报》、《第四纪研究》、《极地研究》主编。

刘先生长期从事地质学和环境学研究, 并将二者紧密地结合在一起, 是中国现代第四纪地质学、环境学、黄土学、古气候学、地质医学、高山科考学等学科的主要开拓者和奠基人。他和他的同事一道, 从高深莫测的青藏高原和看似普通的黄土高原破译出丰富的环境信息和文明记录, 发展了亚洲季风学说, 使中国的黄土沉积序列成为与深海沉积物、极地冰芯并驾齐驱的研究全球环境演变的三部曲, 为探讨全球的气候环境变化规律和影响因素做出了开创性工作, 取得了举世瞩目的成就。曾获得了国家自然科学奖一等奖、二等奖, 国家科技进步奖二等奖, 中国科学院自然科学奖特等奖一等奖, 国家海洋局科技进步特等奖, 中华绿色科技奖

特别金奖, 以及马以思奖、竺可桢奖、李四光奖、陈嘉庚奖、何梁何利奖、泰勒环境成就奖等多项奖励, 为国家赢得了荣誉。2004 年 2 月 20 日他又从国家主席胡锦涛手中接过 2003 年度“国家最高科学技术奖”的证书, 成为中国学界获此殊荣的第一人。

50 余年来, 刘东生和他的合作者撰写了《南京五通系鱼化石》、《黄河中游黄土》、《中国的黄土堆积》、《黄土的物质成分和结构》、《黄土与环境》5 部专著。主编数十卷论文集, 发表论文 400 余篇, 其中被 SCI 收录 140 篇, 被 SCI 引用达 3 336 次。

一 理论创新, 重大贡献

1 确立黄土形成的“新风成说”

中国有全球最大的黄土高原, 其面积约为 $4.4 \times 10^6 \text{ km}^2$, 最大厚度超过 300 m, 这么广瀚巨厚的黄土是怎样形成的? 长期以来, 在科学界有两派观点: 一派认为是“风成说”, 即黄土是由风从沙漠里搬运过来的; 另一派是“水成说”, 认为黄土主要由水搬运沉积而成, 特别是由洪水搬运沉积的。这两种不同的观点表明, 黄土形成于两种不同的环境, 查明黄土成因是研究黄土形成环境的首要问题。刘东生从 20 世纪 50 年代开始, 组织几十人的研究队伍对黄土高原十多条大断面徒步进行野外考察, 收集了大量第一手资料, 系统地采集分析了各种样品, 绘制了黄河中游黄土分布图和中国黄土分布图, 撰写了 3 部专著, 根据黄土的时空分布、物质组成和结构构造等特征, 充分论证了黄土的风成成因, 建立了黄土的“新风成说”, 从而平息了多年来的“风成”

* 中国科学院院士, 地质与地球物理研究所研究员

收稿日期: 2004 年 2 月 20 日



和“水成”之争。

黄土的“新风成学说”吸收了前人风成说的合理内涵,并有重要发展,主要体现在两个方面:第一是延长了风成的时间,过去的风成说仅认为黄土高原的顶部黄土是风成的,而刘东生研究证明,整个黄土高原都是风成沉积的。这样就把风成作用的时间从顶部黄土形成的大约 7 万年拓展到整个黄土序列的大约 250 万年。第二是丰富了风成作用的内涵,过去的风成学说只强调黄土的搬运过程,而忽视了搬运的物质来源和动力条件;新风成学说则对黄土的物质来源,搬运时的风力情况,沉积时的地表环境,以及沉积后的变化进行了全面论述。黄土的沉积过程与现代看到的降尘现象一样,是沙尘从沙漠里面逐渐被搬运出来,再在异地堆积而成黄土;也可以说,黄土是几百万年来一次次降尘和沙尘暴的叠加,这个漫长的沉积过程记录了环境变化的信息,为后来黄土沉积成为全球变化研究的三大支柱奠定了基础。

“新风成说”在国际学术界得到广泛的认同,刘东生被公认为“风成学派”的代表人。改革开放以来,国际上至少有一百位以上的科学家到中国来从事黄土的研究,发表了大量文章,这些文章都是以黄土的“新风成说”为出发点的;正因为这一奠基性的工作,国际地圈-生物圈计划古全球变化(IGBP-PAGES)主席 Oldfield 教授撰文说,刘东生是中国黄土古环境研究之父,他的研究在国际学术界所受到的尊重,是怎么评价都不为过的。

2 奠基环境演化的“多旋回说”

上个世纪初期,欧洲科学家通过研究阿尔卑斯山区冰川沉积物发现,这个地区有过 4 次冰期和间冰期,从而提出了气候变化的冰期理论,即在第四纪时期(约 250 万年以来),也就是地质历史上最新的一个时期,有过 4 次大的冷暖交替,冷的时期叫冰期,两个冰期之间的温暖时期叫间冰期,从一个冰期开始到间冰期结束通常称为一个旋回,那么第四纪就有 4 个气候旋回。这个理论后来得到北美、欧洲大陆冰川沉积物研究的验证,并主导第四纪气候环境演变研究达半个世纪之久。

通常黄土剖面由两种颜色和结构都差别很大的地层单元交互组成。一类为黄土层,呈淡黄色,质地较均一,无明显的土壤结构;另一类为古土壤层,多呈暗红色,有明显的土壤结构和土壤发生层次。前者代表寒冷干旱的气候环境,后者则代表暖湿的气候特点。黄土沉积序列由多层黄土与古土壤交替而成,其旋回至少在 30 次以上,表明气候冷暖干湿的交替远不止 4 次。1958 年,刘东生把这项成果以英文发表在 *Science Record*(《科学记录》)上,引起国际同行的关注。1961 年,刘东生在华沙举行的国际第四纪科学大会上做了大会报告,介绍了黄土-古土壤所揭示的冰期-间冰期多旋回的这一研究成果,受到与会者的重视。之后,这个气候变化多旋回观点得到国际上很多研究的证明,特别是从上个世纪 60 年代开始执行的国际深海钻探计划,根据取得的大量深海沉积岩芯分析表明,第四纪时期气候环境变化确实具有多旋回性,即发生过多周期性的冷暖交替,于是,气候环境变化的多旋回理论取代经典的 4 次冰期理论,这是全球环境变化研究史上的一次重大革命。美国自然科学研究会在评论最近几十年来地球科学重大进展时,共提到 4 项:一是板块构造理论的建立;二是人类对地球的观察能力大大提高;三就是冰期多旋回与地球轨道变化理论;四是人类活动已成为一种重要的地质营力。由此可见,气候变化多旋回理论在地球科学史上具有重要的地位。国际黄土研究联合会主席,英国的 Smalley 教授在一篇文章中这么写道:“1961 年的波兰会议是一个重要的转折点。在这个会议上,中国科学家报告了黄土的成果……中国科学家显然走在了前面。”

3 建立全球变化研究的“国际对比标准”

全球变化研究计划于 20 世纪 80 年代初提出规划,80 年代后期开始实施,是一项旨在研究全球环境问题的庞大而又长期的科学计划,现在仍在执行。它已成为全球广大科学工作者,特别是环境科学家的行动纲领和奋斗目标。其目的是要在全球或区域范围内,了解不同时间尺度的环境是怎么变化的?为什么会变化?发展趋势怎样?刘东生通过系



统的研究,重建了250万年以来环境变化历史,成为迄今全球惟一完整的陆地沉积记录。这项工作在国际同行中产生很大反响,许多科学家赞叹不已。华盛顿大学的Busacca教授在一篇书评中写道:“曾多少次,地质学家以及那些努力探索第四纪历史的学者渴望一个完整的时间跨度和详细程度可以与深海岩芯相媲美的陆相岩石记录?我们曾多年苦苦奋斗去识别、去对比、去定年,可那总共不过是占第四纪时期一小部分的四五个冰碛垄。我们怎能想到刘东生等对中国的(约)200米厚、含30多层古土壤以及无脊椎、脊椎动物和早期人类化石的风成沉积的研究,竟然建立了整个第四纪时期的丰富记录!”与此同时,这些成果也被写入欧美的一些教科书,如美国的PALEOCLIMATOLOGY(《古气候学》)和澳大利亚出版的QUATERNARY ENVIRONMENTS(《第四纪环境》)。

黄土、深海沉积、极地冰芯的记录已成为全球环境变化的三大国际对比标准。2002年度“泰勒环境成就奖”评奖委员会评价说,“自然界把它的环境变化写入了三本天书,一本是深海沉积物,一本是极地冰芯沉积,另一本就是中国的黄土沉积物。……刘东生在半个世纪的不懈努力中和他的同事们一起开启了这三本天书中的一本——中国的风成黄土沉积。”

4 开辟“青藏高原隆升与环境演变”新领域

刘东生研究青藏高原,最早是从了解“长尺度环境演化的控制因素”这一个问题开始的。因为黄土沉积告诉我们,环境除了有周期性变化以外,还有趋势性变化,例如,最近的几百万年以来,中国北方总体上是向着越来越干的干旱化发展。那么,这种变化趋势是怎样引起的呢?考虑到青藏高原是最新隆升的地质体,又与黄土高原毗邻,就把青藏高原同黄土高原的研究联系在一起。自1964年以来,刘东生作为科学探险的组织者和参与者,对青藏高原的希夏邦马峰、珠穆朗玛峰、南迦巴瓦峰以及天山的托木尔峰等海拔5000m地区进行了大规模的科学考察,高山栎的发现为青藏高原的隆升找到了判别标志,三趾马化石的发现为探讨古环境演变提

供了重要依据……。1966年他提出的“青藏高原隆升对自然环境及人类活动的影响”的研究方向成为后来青藏高原研究走向国际研究前沿的重要指导思想。

1980年作为大会秘书长,刘东生成功地组织召开了首届青藏高原国际学术讨论会,为改革开放之初的祖国赢得了荣誉,为后来青藏研究的国际合作奠定了基础。美国Smithsonian研究院主任S.Dillon Ripley教授代表与会外国专家给方毅副总理的信中写道:“……我们特别要请方毅院长注意的是讨论会秘书长刘东生教授全身心的投入和孜孜不倦的努力,要是没有他对各相关领域的科学事业持之以恒的支持和无私奉献精神,讨论会决不可能取得如此巨大成功。我们期待他主编的讨论会论文集这一重要出版物能尽快出版,并对刘以及他的同事在这方面的的工作取得成功表示祝贺。”

这项工作的重要性在于把固体岩石圈的演化同地球表层圈的演化结合起来,为20世纪末国际上兴起的地球系统科学研究开启了先河。因为地球系统科学的主要目标就是要把地球的各个圈层(岩石圈、大气圈、水圈、生物圈等)作为一个系统来研究,研究各圈层之间的相互作用。刘东生从上个世纪60年代初就重视了这方面研究,充分体现了他的科学洞察力和前瞻性。

纵观20世纪全球地质环境科学的发展,从世纪上半叶的四次冰期学说世纪中叶的多旋回理论,再到世纪末的全球变化和地球系统科学研究,几次大的理论突破,刘东生都做出了重要贡献。

二 注重应用,服务社会

科学研究的最终目的是推动社会进步,造福于人类。刘东生在从事基础性研究的同时也时时想着国家目标和人民需要。例如,黄土高原生态环境建设中实施的退耕还林(草)工程中遇到的重要问题是还林还是还草?为回答这个问题,他和他的同事从黄土高原自然演变过程中寻找答案,根据黄土中孢粉、植物硅酸体、碳同位素分析,发现过去15万年以来厚层黄土分布的塬面上以草原为主,没有稳定的大面积森林植被生长,森林主要在黄土高原南



部沟谷与土石山区出现,因此黄土高原生态建设应以退耕还草为主。再有,贺兰山以东沙漠化是该地区的主要生态问题,沙地治理需要了解沙地演化历史,了解沙漠进退的气候背景,即沙漠是在什么样的气候背景下扩张和收缩。刘东生等在完成重大项目“我国干旱半干旱区十五万年来环境演变的动态过程及发展趋势”的过程中,通过对沉积环境、古气候、古生态综合研究发现,气候寒冷期(冰期)沙漠扩张,气候温暖期(间冰期)沙漠收缩,其变化幅度是非常大的。在距今2万年—1.4万年的末次盛冰期沙漠扩张,东北中部的科尔沁,西部的呼伦贝尔,内蒙古的浑善达克沙地扩大,陕北-内蒙古的毛乌素、库布齐与甘肃-宁夏地区的腾格里、巴丹吉林、乌兰布以及西部的柴达木盆地、塔里木盆地和准噶尔盆地等地都发育了大面积的沙漠;距今8千年—4千年间的全新世适宜期,中国西北大部地区沙漠后退,甚至消失,大部分荒漠地区当时呈现草原或灌丛草原景观,东北的科尔沁沙地和内蒙古东部沙地都发育了很好的土壤,仅在塔里木盆地和巴丹吉林地区留有一定面积的沙漠。近两千年来,不合理的农垦等人类活动破坏了草原和草地植被,同时也破坏了全新世时在沙漠表面发育的薄层土壤,导致了贺兰山以东地区出现类似末次盛冰期的荒漠景观。末次冰盛期和全新世适宜期代表了距今最近的最佳与最恶劣的极端气候与生态环境时期,现代气候介于这两种极端气候类型之间,但更接近于全新世适宜期。由此可见,在全球增温条件下,东部沙地具备治理的有利条件。

三 创建基地,培育队伍

刘东生深知科学是集体的事业,民族的事业,因此他非常重视人才培养、队伍建设和团队精神的发挥。上个世纪,在中国科学院和有关单位领导的支持下,他和一批老同事共同努力,创建了五个关于第四纪地质科研基地。50年代,在北京创建了中国第一个第四纪地质研究室,为中国第四纪科学发展播下了种子,奠定了基础;60—80年代又在贵阳组建了中国科学院地球化学研究所第四纪地质研究室、环境地球化学研究室及广州地球化学研究所第四纪同位素地质研究室,西安黄土与第四纪地质

研究室(现发展为中国科学院地球环境研究所),从而拓宽了研究领域,壮大了研究队伍;90年代,贵阳环境地球化学国家重点开放实验室和西安黄土与第四纪地质国家重点开放实验室的建立,国际第四纪科学大会的成功举办,以及国家重大科研项目的组织实施,把中国的第四纪科学研究推上一个新的台阶,跻身于国际同行的前列。这些科研设施的创立与科学活动的开展,凝聚着刘先生和与他一起创业的众多同事的呕心沥血和艰辛劳动,也团结吸引了广大同行,培养造就了一大批优秀人才,其中不少人已成为学术骨干和学科带头人,形成国家级的青年创新集体,活跃在国内外学术舞台上。刘东生连续四届共17年担当国际第四纪研究联合会(INQUA)的执委会成员;在他之后,他的杰出门生安芷生院士也已两届被选为INQUA副主席,使中国学者在INQUA执委会中占据一席之地长达20多年,这在国际组织中是非常少有的。由刘东生先生等老一辈科学家带出的这支老中青相结合的科研队伍,以老年为指导,中年为骨干,青年为先锋,后浪推前浪,奔腾逐浪高,展现出中国第四纪科学界兴旺发达的喜人景象。瞻前顾后,我们不能不为刘东生等老一辈科学家高瞻远瞩,身体力行,为科学,为国家,为民族建立的不朽功勋所感动所敬仰。泰勒奖评委会赞赏:“刘东生博士是国际著名、倍受尊敬的地质学家。他不仅在诸多基础科学领域做出了卓著的贡献,也在激励和培养中国年轻一代科学家方面做出了具有重大影响的贡献”。

几十年来,刘东生先生奋斗在科研第一线,他踏遍了祖国的山山水水,走遍了地球的许多角落,古稀之年仍深入塔克拉玛干沙漠,赴南极北极,蹬青藏高原,下南中国海……创下了中国科学家登峰下海闯极地年龄最高的记录,谱写了中国科学家的壮丽篇章。正如马克思所说:“在科学上没有平坦的大路,只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人,才有希望达到光辉的顶点。”刘东生以自己的光辉业绩实践着平生宿愿——活到老,学到老,干到老,努力工作,报效祖国,造福人类。

(相关图片请见封四)