

中国第四纪研究

QUATERNARIA SINICA

第七卷 第二期

Vol. VII

No. 2

科学出版社

SCIENCE PRESS

中国第四纪研究委员会

中国第四纪研究

QUATERNARIA SINICA

第七卷 第二期

Vol. VII

No. 2

科学出版社

SCIENCE PRESS

1986

内 容 简 介

本期共选编了16篇论文,主要论述和讨论了中国第四纪构造与气候旋回、哺乳动物群与气候变迁;第三纪与第四纪界线划分、欧洲及远东第四纪陆相堆积的生物地层对比、赤道太平洋深海沉积物的生物地层、新疆罗布泊第四纪地层、长江口及山东南部全新世地层;黄海晚第四纪沉积物中氨基酸含量与气候变迁和海平面变化;海南岛现代岸礁的发育史;平原地区编制地貌图的若干问题以及大同火山岩的K-Ar法年龄测定等问题。

本书可供地质、地理、第四纪地质、古地理、古环境及水文地质与工程地质等有关科研、教学和生产人员参考。

中 国 第 四 纪 研 究

第七卷 第二期

中国第四纪研究委员会编辑

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

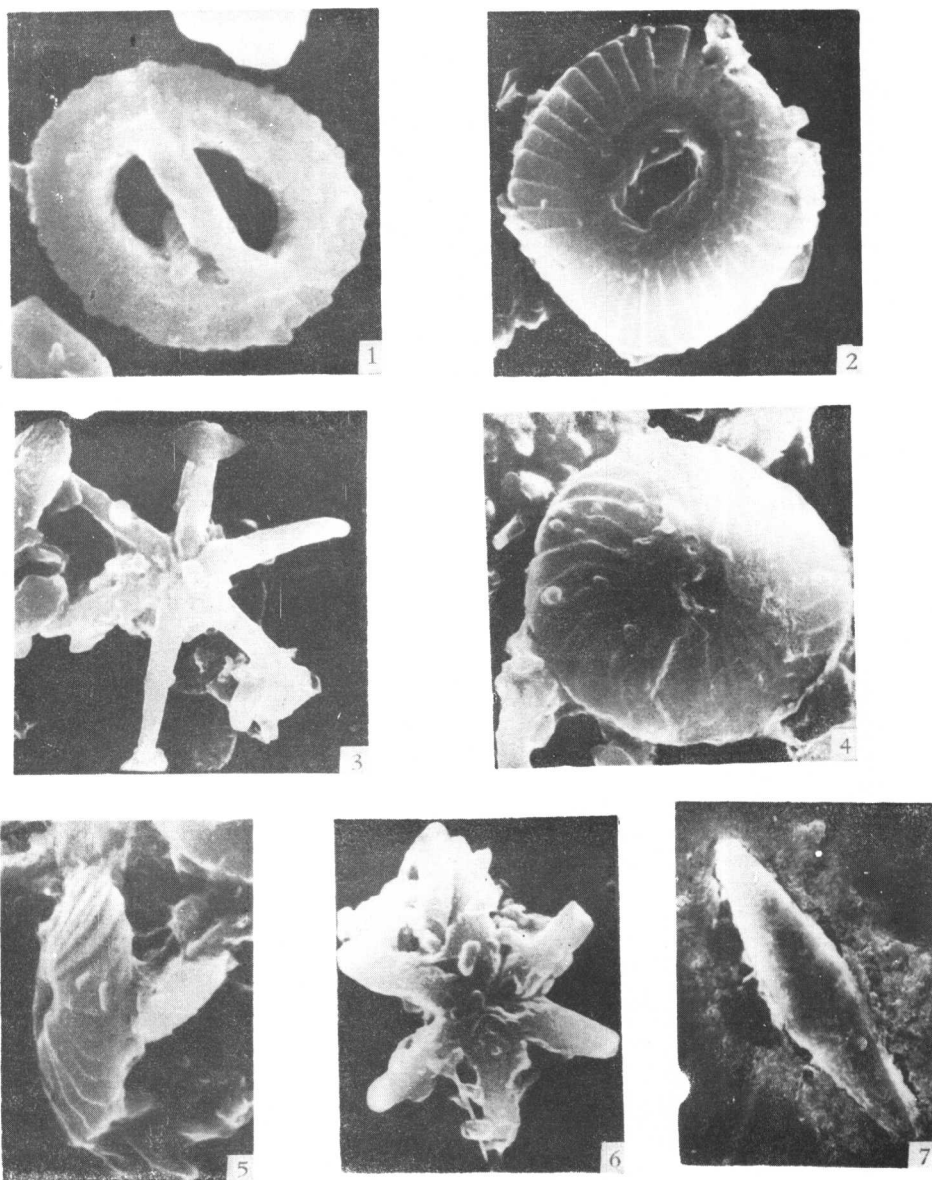
*

1986年12月第一版 开本:787×1092 1/16
1986年12月第一次印刷 印张:8 1/2 插页:3
印数:0001—1,500 字数:192,000

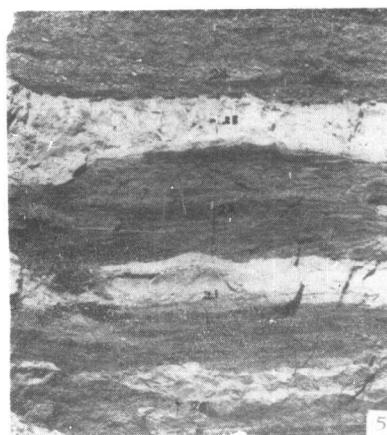
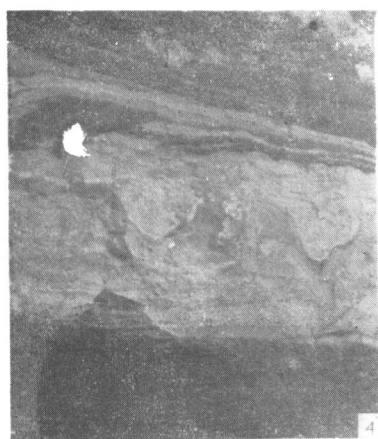
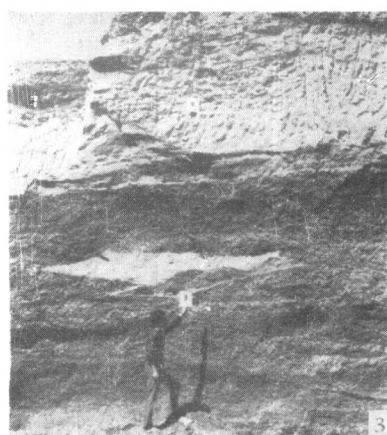
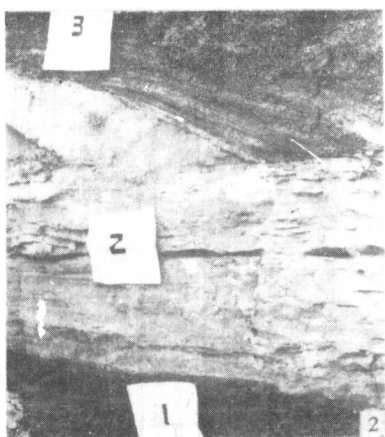
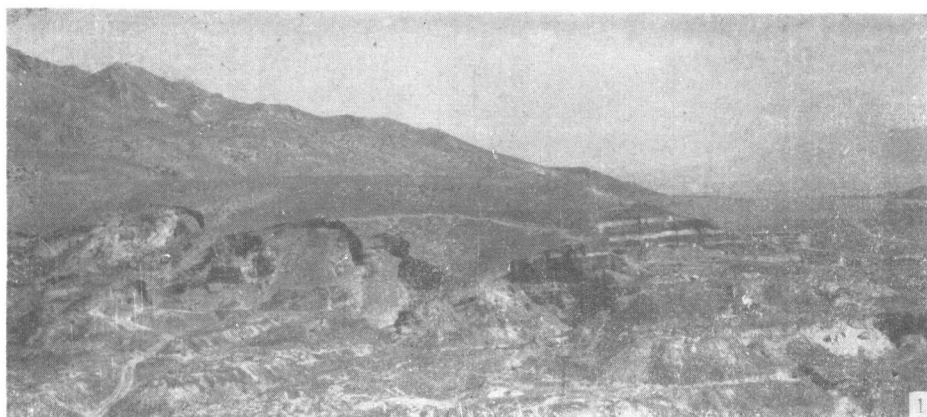
统一书号:13031·3462

本社书号:5174·13—14

定价:2.20元



1. *Gephyrocapsa caribbeana* Boudreaux and Hay 加勒比桥石。
远端视, $\times 12,000$. L1026 25—30cm.
2. *Coccolithus pelagicus* (Wallich) 远洋颗石。
远端视, $\times 6,000$ L1026 25—30cm.
3. *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok 勃劳威盘星石。
 $\times 4,200$, L1026 25—30cm.
- 4,5. *Cyclococcolithina leptopora* (Murray and Blackman) 弱孔圆颗石。
4. 远端视, $\times 4,200$; 5. 侧视, $\times 1,800$. L1026 268—278cm
6. *Discoaster* sp. 盘星石未定种。
 $\times 3,000$. L1026 268—278cm
7. *Scapholithus* sp. 舟石未定种。
 $\times 1,800$. L1026 268—278cm.



1. 仓房沟剖面全景；
2. 仓房沟剖面下段岩性特征；
3. 仓房沟剖面中段岩性特征；
4. 冰缘卷曲构造；
5. 仓房沟剖面上段岩性特征。

目 录

中国第四纪构造-气候旋回的初步研究·····	孙殿卿、吴锡浩 (1)
赤道太平洋 L 1026 深海柱状样的生物地层研究与碳酸盐旋回·····	汪品先、郑连福 (10)
长江口全新世沉积区及其沉积层序·····	竹淑贞、吕全荣、奚建国 (18)
中国第三系-第四系界线研究的现状·····	张守信 (30)
全新世花粉分带与地层划分·····	李文漪 (37)
编制平原地区地貌图若干问题的探讨·····	许世远、黄仰松、范安康 (46)
第四纪哺乳动物与气候变迁·····	黄万波 (54)
黄海晚第四纪海面变化·····	刘敏厚、吴世迎、王永吉、高建西 (61)
黄海沉积物岩芯中氨基酸含量与黄海最末一次冰期的关系·····	梁 琴、姚乔尔 (69)
罗布泊及邻近地区第四纪与湖泊发育史研究简况·····	汪文先 (75)
乌鲁木齐仓房沟晚更新世地层及沉积环境的初步研究·····	韩淑媛、叶 玮 (87)
大同地区第四纪火山群 K-Ar 年龄的初步测定·····	陈文寄、刘若新、孙建中、李大明 (96)
海南岛鹿回头现代珊瑚岸礁发育史·····	吕炳全、王国忠、全松青、赵希涛 (103)
山东胶南隆起区全新世的下限与地层划分·····	陈允福 (112)
廊坊地区南部第四纪晚期的海相地层及海侵问题·····	章红晖 (119)
欧洲和远东第四纪陆相堆积的生物地层对比(哺乳动物)·····	H. D. 卡尔克 (129)

CONTENTS

A Preliminary Study of Quaternary Tectono-Climatic Cycles in China	Sun Dianqing, Wu Xihao (9)
A Study on Biostratigraphy and Carbonate Dissolution Cycles in Deep-Sea Core L1026 from the Equatorial Pacific	Wang Pinxian, Zheng Lianfu (17)
The Holocene Sedimentary Area and Their Sedimentary Sequences in the Changjiang Estuary Area	Zhu Shuzhen, Lü Quanrong, Xi Jianguo (29)
The Present State of Knowledge on N/Q Boundary in China	Zhang Shouxin (36)
Pollen Zonation and Stratigraphical Classification of Holocene	Li Wenyi (45)
Discussion on the Problems of Geomorphological Mapping of Plain Region	Xu Shiyuan, Huang Yangsong, Fan Ankang (53)
Quaternary Mammalian Faunas and Climatic Variations in East China	Huang Wanpo (60)
Late Quaternary Sea Level Changes in the Huanghai Sea	Liu Minhou, Wu Shiyong, Wang Yongji, Gao Jianxi (68)
The Relationship Between the Amino Acid Content in The Core Sediments and the Last Glacial Stage of the Huanghai Sea	Liang Qin, Yao Qiaoe (74)
A Study on the Development History of the Quaternary Deposits of the Lopnur Lake and Its Adjacent Area.....	Wang Wenxian (86)
Studies of the Late Pleistocene Strata and the Sedimentary Environment in Cangfanggou, Near Urumuqi	Han Shutu, Ye Wei (95)
Preliminary K-Ar Age Determination of the Quaternary Basalts in Da Tong Volcanic Area	Chen Wenji, Liu Ruoxin, Sun Jianzhong, Li Daming (102)
History of Development of the Luhuitou Fringing Reefs, Hainan Island	Lü Bingquan, Wang Guozhong, Quan Songqing, Zhao Xitao (111)
The Low Boundary and Subdivision of Holocene Strata in the Southern Uplifted Area of Shandong Province	Chen Yunfu (118)
The Marine Strata of the Late Quaternary Period and the Problem of Marine Invasions in the South of Langfang District of Hebei Province	Zhang Honghui (128)
Biostratigraphical Correlations (Mammals) of Quaternary Continental Deposits of Europe and the Far East	Hans Dietrich Kahlke (133)

中国第四纪构造-气候旋回的初步研究

孙殿卿 吴锡浩

(中国地质科学院地质力学研究所)

自然环境的演变,是受构造运动和气候变化进程的双重控制。在中国,经近几年对冰川作用和冰期系列^[1,2]、磁性地层^[3,4]与气候地层^[5]等综合研究,逐步揭示出第四纪气候变化、侵蚀-堆积过程与新构造运动之间存在着周期性的同步变化和发展规律。对此,笔者之一^[6]已据北京地区的第四纪地质资料,提出了自距今 3.4Ma 以来构造-气候旋回的概念及其原则性的划分意见。本文拟把研究区域扩大至整个中国大陆,进一步就第四纪构造-气候旋回的主要方面进行探索性的研究。

一、构造-气候旋回的划分

自晚第三纪以来,地球气候逐步变冷,并发展成为第四纪大冰期。大冰期的气候变化是由不同尺度的气候冷暖波动周期和不等的温度变幅组成的。同时,地壳运动的过程,经喜马拉雅晚期强烈构造运动之后,进入了新构造运动的发展时期,地壳水平运动及其派生的垂直运动,造就了现代构造地貌的基础结构。在中国大陆的第四纪地质发展的历程中,与冰期系列和新构造不同阶段相联系的地貌过程和地层系统,既记录了新构造运动的形迹和结果,又保存了古气候及其变化的信息。在宏观标志上,它们主要反映尺度为 10^3 — 10^5 a 的自然环境变化周期。这种受新构造运动进程和大冰期气候波动叠加影响而形成的环境变化周期,宜称之为构造-气候旋回。

按长周期的第四纪年表,在中国大陆上存在着三个周期尺度为 10^6 a 的构造-气候旋回,它们属于第四纪最长的气候和构造的演变周期,故应为主旋回。每一主旋回期的持续时间,在各地地层上记录的年代虽不一致,但一般为 1.0—1.2Ma 左右。在主旋回 III 中,又能分出周期为 10^5 a 的构造-气候亚旋回;每一亚旋回的延续时间约为 0.4Ma (表1)。从各地的第四纪地层和地貌剖面分析来看,两个构造-气候旋回层之间,多数有地层上的不整合或假整合,或者地貌上的剥蚀面或侵蚀面作为它们的分界线。但是,在局部地区,旋回层之间可表现为岩相或气候方面的明显变化,而沉积过程则有可能是连续的。由于寒冷气候和冰川作用与内力地貌发育之间,均存在着相当复杂的关系,故实际旋回层的界线在地层上和地貌上常表现为超前或滞后的现象。

根据全国主要地区的磁性地层和气候地层资料,三个主旋回的界线确定如下:

主旋回 I,从 3.4Ma 前的全球性气候变冷开始,延续至距今 2.4Ma 左右,一般包括整个高斯正向世。代表它的第一次冰期(龙川、羌塘)的冰碛、冰水沉积或冰缘堆积,多数覆

表 1 中国第四纪构造-气候旋回划分简表

构造气候旋回		华北(北京西山)		华东(江西庐山)		西南(云南元谋)		西北(东昆仑山)		地貌过程和 新构造运动
划分	年代 (Ma)	冰期系列	地层系统	冰期系列	地层系统	冰期系列	地层系统	冰期系列	地层系统	
III	III ₃	冰后期	冲积层、泥炭层	冰后期	冲积层、湖积层	冰后期	大致子文化层	冰后期	第六冰碛层, 冰水—冲积层	急剧的构造运动 和气候变化, 山 地和高原间歇性 上升, 盛行侵蚀— 堆积过程, 从青 藏高原至大陆架 的地貌阶梯逐步 形成
		末次冰期	马栏台砾石层	末次冰期	寒冻岩屑 黄土上部	大理冰期	龙街粉砂层	本头山冰期	第五冰碛层	
		末次间冰期	上离石黄土	末次间冰期	下蜀黄土下部	四家村间冰期	龙川江 T ₃ 、T ₂ 阶地沉积	西大滩/本头山	三岔河组	
	III ₂	灵岳寺冰期	灵岳寺砾石层	庐山冰期	庐山期砾石层	东山冰期	红褐色冰川、 冰水沉积	西大滩冰期	第四冰碛层	
		赵家台/灵岳寺	周口店红土	大姑/庐山	网纹红土	月龙组	月龙组	纳赤台/西大滩	水电站底砾层	
II	III ₁	赵家台冰期	赵家台砾石层	大姑冰期	大姑期砾石层	中山冰期	深红色泥砾层	纳赤台冰期	第三冰碛层	羌塘运动, 地体升降 转折期 盛行剥蚀—堆积过 程, 地体绝对沉降, 最后结束此过程 三门运动 剥蚀—堆积过程初 期, 地体开始绝对 沉降, 后曾有回升
		管垅岭/赵家台	红泥沟红土	波阳/大姑	河湖相层	牛王山间冰期	牛王山砾石层	望昆/纳赤台	雪水河高阶地 砾石层	
		管垅岭冰期	管垅岭砾石层	波阳冰期	波阳期砾石层	马头山冰期	紫红色泥砾层	望昆冰期	第二冰碛层	
	II	次早间冰期	泥河湾运动	?	?	元谋/马头山	元谋运动	狮子山/望昆	羌塘运动	
		次早冰期	泥河湾组			元谋冰期 (?)	元谋组	狮子山冰期	羌塘组	
I	高 2.95 (?) 斯 >3.40	早间冰期	杂色粘土砾石层			龙川/元谋	龙川组	惊仙/狮子山	第一冰碛层和 冰水砂砾层	
		早冰期				龙川冰期		惊仙冰期		

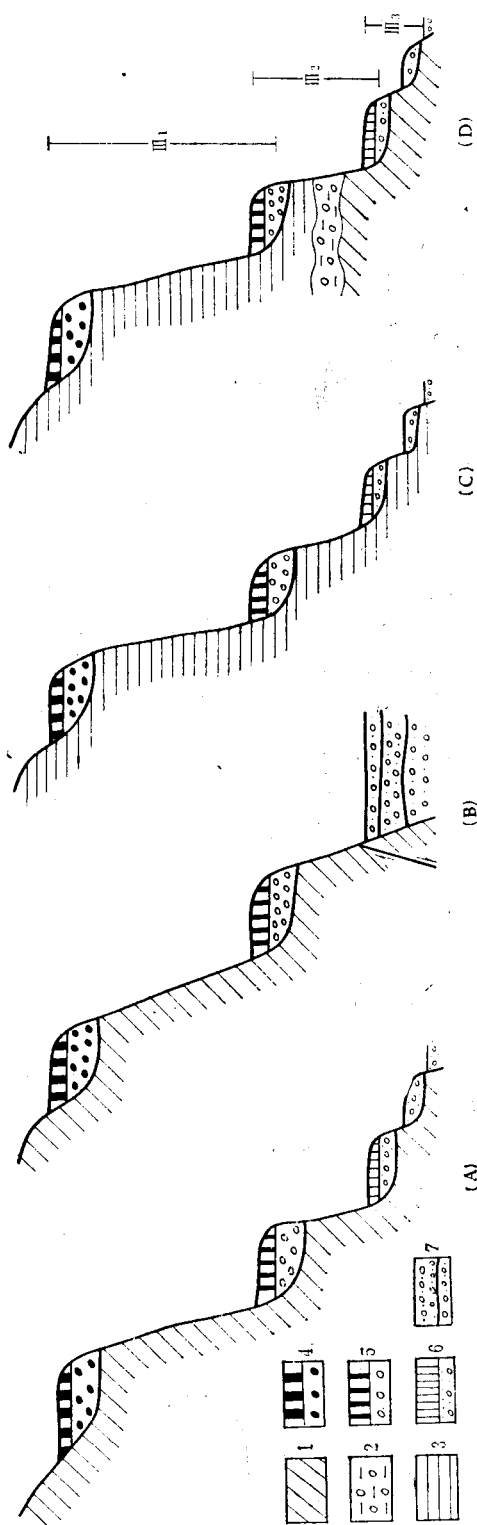


图 1 上升山区主旋回 III 时期三个亚旋回的侵蚀-堆积模式图

(A) 基岩谷地型 (B) 基岩谷地叠加断陷加积谷地型 (C) 主旋回 I—II 时期沉积层谷地型 (D) 主旋回 I—II 时期沉积层谷地叠加基岩谷地型。
1. 基岩 2. 主旋回 I 初期砾石层 3. 主旋回 I 中期砾石层和河湖相地层 4. 主旋回 III, 时期砾石层和黄土或深红色风化壳 5. 主旋回 III 中亚旋回 III, 时期砾石层和黄土或黄色风化壳 6. 主旋回 III 中亚旋回 III, 时期砾石层和黄土或黄色风化壳 7. 砾石层

盖在基岩之上,也有些与上新统成假整合或局部整合关系。另外,属第一间冰期的湖相和河湖相加积层常以超覆或过渡的形式覆盖在冰期沉积物之上。一般地说,导致三门湖中断沉积的三门运动标志了主旋回 I 的结束^[7]。

主旋回 II 的起始界线出现在早更新世湖相、河湖相沉积层(泥河湾组、元谋组和羌塘组等)的中部,主要由孢粉组合和冰缘现象反映第二次冰期(狮子山、元谋)的存在,北京平原的冷水型有孔虫组合也恰好出现在它的初期^[8]。在主旋回 II 的后期,普遍而强烈的构造运动(分别命名为泥河湾、元谋和羌塘等运动)发生于第二次间冰期,年代为距今约 1.4—1.2Ma,致使广泛分布的早更新世古湖消亡。在磁性地层记录上,一致地表明主旋回 II 开始于高斯/松山界线附近,结束于奥尔杜威事件之后,年代为距今约 2.4—1.2Ma。

主旋回 III 初始于松山晚期的哈拉米洛事件之前,包括整个布容正向世,从距今约 1.2Ma 延续至今。自波阳冰期以来的各次冰期和间冰期的侵蚀作用和堆积作用的产物记录了主旋回 III 发展的全过程。

由于主旋回 I—II 时期的中国大陆以沉降运动为主,沉积过程通常是连续的,但对地层中记录的气候波动的研究还不够详尽,所以尚难进行亚旋回的划分。然而,主旋回 III 的地貌和地质发育过程和特征,在山区和山麓地带表现得比较清楚,三个亚旋回的侵蚀-堆积模式可归纳为四种基本类型(图1)。各地反映主旋回 III 的第四纪地层和地貌剖面,有的与图示的四种类型之一基本相似,也有不少显示过渡或变异的特点,如阶地的级数可能更多,地层的结构和关系常更为复杂。按中国通用的气候地层表,亚旋回 III₁ 包括波阳冰期和波阳-大姑间冰期;亚旋回 III₂ 由大姑冰期和大姑-庐山间冰期组成;亚旋回 III₃ 从庐山冰期开始,还包括庐山-大理间冰期、大理冰期及冰后期。那些较亚旋回尺度更小的 10³—10⁴a 的气候变化周期,与构造运动的关系并不密切,故不属于本文要讨论的范围。

二、构造-气候旋回的基本特征

经半个多世纪的探索,尤其近十多年来广泛而深入的研究,在中国大陆上可划分为六次冰期,其中五次的证据是比较可靠和肯定的。当然,各地因地理纬度、山体高度和大气环流等因素的差异,冰川作用的次数不尽相同,所以发育冰川的时间也略有先后。属主旋回 I 的第一次冰期,随着七十年代以来磁性地层方法的应用和推广而得以提出。中国高斯世的冰期寒冷气候具有普遍性。例如,云南元谋盆地龙川组冰川冰水堆积与元谋组一起受到构造变动,西南地区元谋组和昔格达组埋藏的冰蚀地形还能辨识;位于青藏公路东昆仑山口的惊仙冰期的冰碛层和冰水砂砾层,厚度超过百米,与上覆 500 多米厚的羌塘组一起受到构造掀升而出露于主山脊^[9]。但是,除类似上述特定地点以外的早更新世湖相地层底部,则分布着非冰川、冰水成因的冰期沉积物。对主旋回 II 的第二次冰期,除过去常在早更新世河湖相地层中的冰缘现象或反映气候转冷的孢粉组合为标志外,近年在喜马拉雅山西段西藏阿里地区的札达组上部,不仅发现十多个层次的冻融挠褶构造,而且在山麓的河湖相地层中还发现夹有冰碛层,以磁性地层研究判定其发生于高斯世晚期至松山世早期。总的来说,主旋回 I—II 时期,中国的气候偏于凉干,间冰期气候与现代相近,表现为温度变幅较小的冷-暖交替。

主旋回 III 中三个亚旋回的四次冰川作用,由于冰川遗迹直接出露地表,因而研究得较多也较详。它们在中国西部高山地区分布广泛,并已普遍得到公认,但对东部地区的冰川遗迹则长期有所争论。长江下游的江西庐山,是李四光教授奠定了中国第四纪冰川学说基础的研究地点,在最近的研究中又有冰川表皮构造、古冰楔和条痕漂砾等现象被发现。特别是庐山大姑冰期的白色泥砾层¹⁾,其中的粘土矿物以伊利石为主,石英颗粒外形多呈不规则棱角状,表面显示阶梯状平整解理面和贝壳状断口等,具有冰川石英砂的表面组合特征,证明它属于寒冷气候下形成的冰川泥砾,而非温暖气候下的泥石流堆积。此外,在长江中下游地区的雪峰山、黄山和天目山等地,也正在进一步开展对古冰川的研究。中国东部第四纪低纬山地冰川的发育与日本的情况有些类似,具有自身的特点。从构造-气候旋回的观点出发,东亚大陆主旋回 III 时期冰川南界偏南偏低的原因,单纯根据全球性气候变化的一般规律去认识,那么是无法获得正确结论的。因此必须从新构造运动导致青藏高原大幅度的隆升和大气环流的变迁方面去寻求正确的答案。

从中新世末至上新世初,强烈的喜马拉雅晚期造山运动形成了高山与深谷或盆地相间的地势特征,正地形与负地形之间的相对高差远比今日要大。从上新世开始,尤其是自第四纪初以来的主旋回 I 时期,我国大部分地区先后开始出现沉降运动,地貌过程表现为山岭遭受多种外营力的剥蚀作用而发育高位夷平面,河谷和盆地积水而成为大面积的湖泊,加积作用不断填塞或超覆低地,致使地面起伏不断变缓。主旋回 I 末期的三门运动,一般表现为局部的构造相对升降,使某些地区(如河南三门峡)隆起,古湖面缩小,在黄土高原地区的古三门湖中一些地方的“绿三门”组露出水面成为陆地。然而,象泥河湾湖、元谋-昔格达湖和羌塘湖等古湖区,这次构造运动只是使湖水变浅和沉积物变粗,而沉积过程仍继续进行,但在地层剖面上不存在沉积间断或普遍的侵蚀面。直到主旋回 II 后期的强烈构造运动,即羌塘运动,才终止了广大地区长期的绝对沉降和连续的加积过程,湖相和河湖相地层被掀斜、断裂和褶曲,湖水被泄干,出现一幅湖积平原与夷平面山岭相间的地貌景观。由于三门运动的存在,常使我国各地的夷平面分化为两级,较低的一级在华北通称为唐县期地面。

主旋回 I—II 时期连续加积层的总厚度,除东部平原外,一般为 500—1000 m,这反映地面的绝对沉降量应当远超过此数。据研究^[10,11],主旋回 I 时期华北最早的两个海相地层层位正夹于泥河湾组 and “绿三门”组地层中,证明当时的古湖面接近海平面,并且那时中国东部和西部相同磁性地层层位的孢粉植物群,主要反映植物的纬度地带性分布,在相同纬度上东西间的高度差异并不显著,所以,在早更新世中国大陆的地貌阶梯尚未形成时,各地侵蚀和沉积的相对基准面的海拔都是比较低的,有时海水可以进入永定河上游盆地、山西运城盆地和陕西渭河谷地。

主旋回 III 是气候变化和构造运动均很急剧的时期。经羌塘运动,中国大陆地壳运动的总方向由绝对下降转变为绝对上升,表现为有节奏的间歇性大面积隆升运动,致使西部高原和高山的海拔越来越高,青藏高原逐步上升为世界屋脊,西北地区形成内陆大盆地(如塔里木盆地、准格尔盆地和柴达木盆地等),它们在整体绝对上升的背景上作相对沉降,

1) 孙建中, 1983, 庐山地区白色泥砾层的初步研究。

也有一些地点产生新的断陷谷地。与此同时,冰川的进退和流水的下切修饰山岭,分割夷平面,在等级不同的主、支流谷地中形成多级构造-气候阶地,地势相对高差逐步加大。但是,多数地区的河流深切作用仍未达到主旋回 I—II 时期加积层的底部,山岭和谷地的对照性一般还不如上新世显著。

值得重视的是,中国东部从大兴安岭,经太行山至雪峰山属新华夏第三隆起带^[12,13],其东的沉降平原包括松辽平原、华北平原和长江中下游平原,第四纪地层的总厚度一般为 200—400m,最厚也只有 600m 左右。若除去这些地区在主旋回 III 继续沉降的加积厚度 100—200m 左右,则属主旋回 I—II 时期的加积层要比新华夏第三隆起带以西的同期地层(泥湾组、元谋组、羌塘组等)至少要薄数百米,这只能用中国东部低地在早更新世的绝对沉降速度较慢、幅度较小的原因来解释。所以,以新华夏第三隆起带为界的中国东西两个部分,新构造运动在性质上是明显不同的,这就必然导致在古气候变迁和古冰川发育方面具有不同的特点。这正是过去和现在中外学者对中国东部山地第四纪冰川的发育感到难于理解而提出疑问或否定意见的症结所在。

综上所述,中国大陆新构造运动的节奏性是与气候变化的周期性紧密相联系的。上新世末的强烈构造运动是第四纪初大幅度降温的前奏,降温值达到 10—15℃,所以在当时较高的山岭上出现第一次冰川作用。主旋回 I 时期的构造相对稳定,在地壳缓慢沉降过程中,气候转暖,出现偏凉的间冰期气候。此后,三门运动发生,但并不强烈,故第二次冰期的降温值偏小,大部分山地出现冰缘环境,只有少数高山有小规模的冰川活动。主旋回 II 的地壳缓慢沉降,使气候又恢复到接近现代的间冰期环境。但是紧接着发生十分强烈的羌塘运动,影响遍及中国大陆各地,成为我国自然环境变迁的重大转折点,地貌发育从长期(距今 3.4—1.4Ma)的剥夷—沉积过程转变为反复交替的侵蚀—堆积过程。在距今 1.2Ma 以来的主旋回 III 时期中,各个亚旋回的冰期和冰川及相应的堆积过程,均发生在构造比较稳定的阶段,间冰期的侵蚀和有限的堆积作用则发生在构造比较活动的阶段。中国现代的大地貌结构,包括高原、盆地、平原和水系等,基本上主旋回 III 时期逐步发展而成的。由此看来,第四纪构造-气候旋回的研究,既有利于了解中国大陆地貌和第四纪地层发育的宏观规律性,也可为正确认识和揭示我国自然环境变迁的规律提供必不可少的历史背景。

三、有关问题的讨论

第四纪构造-气候旋回与青藏高原的隆起、西北黄土的形成和中国东部古冰川的发育都具有成生联系,故分别作简要讨论。

1. 关于青藏高原的隆起

在第四纪冰期时代,青藏高原地区在它大幅度的隆起之前就已经有惊仙冰期(I)的冰川和狮子山冰期(II)的寒冻气候产物存在^[14],而冰川规模最大的时期发生在羌塘运动之后的望昆冰期(III₁),其次为纳赤台冰期(III₂),这时高原的海拔估计还只有 2000m 左右。此后,西大滩和本头山两次冰期(III₃)的冰川规模逐步变小,现代冰川已退缩到山体上部。这种第四纪各次冰期的冰川变化的总趋势,与国内其它地区的情况基本上是

一致的。由此看来, 青藏高原的强烈上升并未能改变冰川发育受全球性气候变化规律的控制。当然, 高原隆起与冰川演化之间毕竟有一定的关系^[15]。

在主旋回 I—II 期间, 青藏地区还并不是高原, 而且具有山地与大湖相间分布的地貌景观。当时的地势起伏及高程同我国其它地区无多少差别, 除少数山峰外, 山顶面与山麓面的相对高差一般只有 1000m 左右, 最高的喜马拉雅山岭脊高出山前海拔 6000m 左右的喜雅邦马期冰碛平台的后缘也不超过 2000m。如果说西藏上新世三趾马动物群生活在海拔 1000m 左右^[16]是可信的话, 那么湖泊广布和加积盛行的早更新世该区沉积基准面已上升到海拔 2000m 的意见^[17], 似乎很难与当时的实际情况相符。事实上, 现今的青藏高原地区在三趾马动物群生存期间, 正经历着地体绝对沉降的过程, 三门运动的回升是有限的, 而且主要在喜马拉雅山地带, 它的整体隆起只是在主旋回 II 末期的羌塘运动才开始, 特别是进行于距今 1.2Ma 以来的主旋回 III 初期。而且, 在金沙江、澜沧江和怒江上游地区, 属主旋回 III₂ 的间冰期红土出现在海拔 4000m 以上的剥夷面上, 向北可分布到北纬 30° 左右, 但河谷中的各级阶地上又无红土发育。考虑到现代红土在长江中下游地区的北界, 也在北纬 30° 附近, 年均温约为 16℃, 那么在大姑-庐山间冰期中青藏高原上发育红土的剥夷面高程不会超过 2000m 左右。这清楚地表明, 三江的深切作用及它们的大峡谷的形成仅仅是自亚旋回 III₃ 以来的地貌过程。也就是说, 从距今 0.4Ma 到至今, 青藏高原大约上升了 2500—3000m, 是它上升速度最快、幅度最大的时期。因此, 平均高度达海拔 4500—5000m 的现代青藏高原应是中更新世, 尤其是自晚更新世以来周期性构造上升的结果。东昆仑山格尔木河水系河谷地貌的发育, 记录了主旋回 III 的全部侵蚀-堆积过程, 尤以亚旋回 III₃ 为最详^[18]。所以不难理解, 青藏高原的隆升和古冰川的发育与第四纪构造-气候旋回的总规律是一致的。

2. 关于黄土形成环境的演化

中国的黄土地层, 在主旋回 I 时期尚无踪迹可寻, 到主旋回 II 的松山反向世的奥尔杜威事件以前, 才有午城黄土的堆积^[19]; 而大面积的黄土堆积时期, 开始于距今 1.2Ma 以来的主旋回 III 时期。中国黄土的发育过程, 与构造-气候旋回和青藏高原的隆起有着密切的联系。在主旋回 I 喜马拉雅山还不高, 不足以阻挡西风环流的正常运动并使它分支, 西北大盆地和黄土高原地区又均为湖泊占据, 故尚不存在形成黄土的气候条件、物质来源和堆积场所。在三门运动以后的主旋回 II 时期, 喜马拉雅山先行升起到海拔 4000m 左右, 阻碍西风带的正常运动, 并使它开始分成北强南弱的两支, 而占据西北干旱盆地的湖泊也一度退缩, 暴露地表的湖积层提供风尘物质, 局部露出三门湖中的地面接受粉尘物质的降落并堆积成黄土地层, 即午城黄土。自羌塘运动以后, 青藏高原开始阶段性整体隆起, 并使分支了的西风环流的北支越来越加强, 加之早更新世古湖的全面消亡, 才得以在主旋回 III 有条件全面堆积下离石黄土、上离石黄土和乌兰黄土, 形成黄土高原。其中下离石黄土还只分布到太行山以西, 只有到了青藏高原上升最快的亚旋回 III₃ 时期, 上离石和乌兰黄土才越过太行山和东秦岭, 降落到华北平原周围山地和长江中下游丘陵地区。所以, 从气候变化和构造运动两个方面来研究中国黄土的发生和发展, 能够更有效地揭示第四纪自然环境演变的本质。

3. 关于中国东部第四纪冰川的争论

几年前开始,对中国东部的第四纪冰川问题又一次重复着出现于三十年代的争论。究其争论的本质,历来是在于这个地区有无古冰川发育的古气候条件的问题。在六十年代以前,持反对意见者认为中国东部地区的第四纪气候只有干湿的交替,而无冷暖的波动,故着力去怀疑冰川工作者已经鉴定的冰川遗迹的可靠性,并给予别的成因解释。自六十年代以来,随着反映寒冷气候的哺乳动物群、孢粉组合和冰缘现象的不断发现,争论的双方一般都认为有较大幅度的气候变化。由于在上离石黄土或下蜀黄土下部形成之前,新华夏第三隆起带以东,尤其是长江中下游地区尚未出现明显的干燥气候,故分歧的焦点已集中到冰期降温值的大小上了。持反对意见者认为^[20],冰期庐山必须有 16—18℃ 的降温值和山上海拔 1000m 左右的高度才能形成雪线,并发育冰川。经分析和研究,这个意见基本上是正确的。笔者之一根据对更新世云杉-冷杉植物群记录的古温度研究¹⁾,得出包括庐山在内的长江中下游地区在冰期中的某个阶段的最大降温值至少有 14—15℃,有时可以超过 16—17℃。现在海拔 1164m 的庐山气象站记录的年均温为 11.4℃(1955—1970),年降水量为 1833.5mm(1961—1970),只要冰期降温 15—16℃,年均温就只有一 3.6—4.6℃,年固态降水率已达到 71.3—76.3%。按照中国西部现代气候雪线的温度和降水条件²⁾,庐山若存在 >15℃ 的冰期降温值,即使在冰期中出现降水量减少的情况,也足以在海拔 1000m 左右的高度上形成雪线和发育冰川。

笔者通过本文更加强调了我国新构造运动与第四纪气候演变的相互关系和历史过程,并意识到必须认真探讨各个构造-气候旋回阶段的时空特征。从第四纪构造-气候旋回的角度来看,中国东部和西部的地貌和气候差异,是长期的地质发展历史的产物,绝对不能不考虑时间、地点和条件而进行简单的对比,并以这种对比的结果作为定论的基础。前已述及,长江中下游山地的古冰川现象是颇为明显的。尽管如此,现在仍应按八十年代的要求加以深入研究,实事求是地据新的资料重新加以厘定,并从各个角度在发育古冰川的古气候条件方面再给予充分的论证,最终的结果也许会象上个世纪关于阿尔卑斯山的冰川之争一样,在现代的研究水平上得到正确而完满的解决。

参 考 文 献

- [1] Sun Dianqing *et al.*, 1981, Brief note on Quaternary in China. I. G. C. P. 73/1/24, Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, No. 6, pp. 244—262, Prague.
- [2] 孙殿卿等, 1982, 中国第四纪冰期与第四纪地层层位关系的探讨。中国地质科学院地质力学研究所刊, 第 2 号, 地质出版社。
- [3] 钱方等, 1982, 中国第四纪磁性地层学中几个问题的初步探讨。中国地质科学院地质力学研究所刊, 第 2 号, 地质出版社。
- [4] 钱方等, 1983, 中国第四纪磁性地层的初步研究。海洋地质与第四纪地质, 第 3 卷, 第 3 期。
- [5] 吴锡浩等, 1979, 关于编制我国第四纪地层表的意见。水文地质工程地质, 第 2 期。
- [6] 吴锡浩, 1983, 北京地区第四纪冰期与构造-气候旋回。海洋地质与第四纪地质, 第 3 卷, 第 2 期。
- [7] 曹照垣等, 1983, 试论中国第四纪下界问题。地质学报, 第 1 期。
- [8] 安芷生等, 1979, 顺 5 孔的磁性地层学和早松山世的北京海侵。地球化学, 第 4 期。
- [9] 吴锡浩等, 1982, 东昆仑山第四纪冰川地质。青藏高原地质文集(4), 地质出版社。
- [10] 王乃文等, 1983, 华北地区海陆相第四系的生物地层系统。海洋地质与第四纪地质, 第 3 卷, 第 2 期。
- [11] 林景星, 1983, 中国第四纪有孔虫动物群的古生态、古气候、古地理研究。海洋地质与第四纪地质, 第 3 卷,

1) 吴锡浩, 1983, 中国东部和西南地区更新世云杉-冷杉植物群记录的古温度研究。

2) 吴锡浩、赵文龙, 1983, 固态降水率及其与气候雪线的关系。

- 第1期。
- [12] 李四光, 1972, 地质力学概论。科学出版社。
- [13] 孙殿卿等, 1982, 地质力学与地壳运动。地质出版社。
- [14] 段万侗等, 1979, 青藏公路沿线第四纪冰期的研究。科学通报, 第24卷, 第10期。
- [15] 郑本兴等, 1981, 青藏高原第四纪冰川变化与高原隆起问题。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题, 科学出版社。
- [16] 计宏祥等, 1981, 西藏三趾马动物群的首次发现及其对高原隆起的意义。青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题, 科学出版社。
- [17] 李吉均等, 1979, 青藏高原隆起的时代、幅度和形式的探讨。中国科学, 第6期。
- [18] 吴锡浩等, 1982, 格尔木河水系河谷地貌。青藏高原地质文集(4), 地质出版社。
- [19] Liu Tungsheng *et al.*, 1982, Pleistocene stratigraphy and Plio/Pleistocene boundary in China. Quaternary Geology and Environment of China, China Ocean Press.
- [20] 施雅风, 1981, 庐山真的有第四纪冰川吗? ; 自然辩证法通讯, 第2期。

A PRELIMINARY STUDY OF QUATERNARY TECTONO-CLIMATIC CYCLES IN CHINA

Sun Dianqing Wu Xihao

(Institute of Geomechanics, Chinese Academy* of Geological Sciences)

Abstract

According to the long Quaternary timescale this paper divides the developmental process of Quaternary into three major tectono-climatic cycles, having a scale of 10^6 years, beginning with about 3.4, 2.4 and 1.2 Ma. BP. and lasting out an age of 1.0—1.2 Ma respectively. Major Cycle III was still subdivided into three subcycles continuing 0.4 Ma individually.

In the first there was the universality of the cold climate during Major Cycle I including the whole Gauss epoch in the China continent. The second glacial climate belonging to Major Cycle II took place in the early and middle Matuyama, with a less amplitude of the temperature changes. Whereas the most violent period of the climatic variations was Major Cycle III since between the Olduvai and Jaramillo events of the Matuyama.

After the late Himalayan orogenic movement, most of the country were controlled by absolute subsidencing process for a longer period, and on the whole it was not altered in the Sanmen movement of the late Major Cycle I yet. However, until the Qiangtang movement of the late Major Cycle II the general trend of the crust movement direction had been become and turned into that the absolute uplift was been principle and the erosion-deposition processes were repeatedly alternated except the eastern plain regions. Then the huge differences in the topography of China have been formed step by step.

In the paper it also briefly discusses that the Quaternary tectono-climatic cycles related with the uplift of the Qinghai-Xizang (Tibet) plateau, the loess of the northern China and the pleistocene glacial climate of the eastern China respectively.

赤道太平洋 L1026 深海柱状样的 生物地层研究与碳酸盐旋回

汪品先

(同济大学)

郑连福

(国家海洋局第三海洋研究所)

地球表面有一些重要的界线,例如高山的雪线和海、陆之间的海岸线,它们都是不同自然环境之间最重要的分界线。深海碳酸盐沉积物与非碳酸盐沉积物之间的界线称为碳酸盐补偿深度(CCD)或简称碳酸盐线^[1],这是大洋底部最重要的一个分界线。雪线、海岸线、碳酸盐线这类界线的上、下波动,在不同程度上与第四纪气候旋回相关,它们的变化旋回是第四纪历史的主要内容之一。其中碳酸盐线的变动,反映了深海碳酸盐溶解旋回的情况,这是近年来在海洋第四纪研究中最受重视的课题之一。

国家海洋局 1978 年在热带太平洋采集了一系列深海柱状样,其中美拉尼西亚海盆中央的 L1026 柱状样显示出了碳酸盐沉积与硅质沉积的互层,为研究深海碳酸盐线提供了绝好的材料。该柱状样位于南半球赤道太平洋, ($173^{\circ}18'08''\text{E}$, $8^{\circ}01'02''\text{S}$), 水深 5,373 m, 处于现代碳酸盐线之下(图1)¹⁾。我们对此柱状样进行了浮游有孔虫、钙质超微化石和放射虫三个项目的微体古生物分析,以及碳酸盐含量及 ^{14}C 测年分析²⁾,从而探讨该海盆第四纪地层与古海洋学的某些问题。

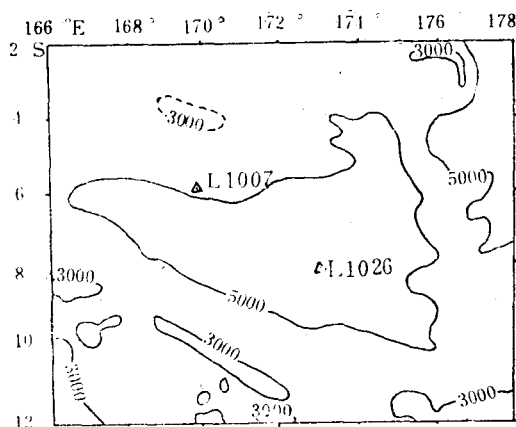


图1 美拉尼西亚海盆 L1026 柱状样站位图

1) 郑连福、汪品先, 1981, 太平洋中部海域表层沉积物中有孔虫组合的初步研究。

2) 本文中碳酸盐含量由国家海洋局第三海洋研究所地质室化学组分析; ^{14}C 测年数据由中国科学院地球化学研究所提供; 扫描电子显微镜照片由上海冶金研究所扫描电镜组拍摄; 插图由同济大学海洋地质系绘图室清绘在此一并致谢。