

# 猿人洞的溶洞演化和堆积旋回 与北京猿人生活环境

黄培华

(中国科学技术大学地球和空间科学系, 合肥 230026)

## 摘 要

猿人洞的溶洞演化过程按岩溶洞穴发生发展规律可划分为6个阶段。在洞穴发育的填充过程中, 依据堆积物的成因类型, 猿人洞中的中更新世洞穴堆积层可分为7个堆积旋回。每个堆积旋回可与年代相当的黄土堆积旋回和深海气候旋回一一对应。堆积旋回所显示的气候和洞穴环境变化均与北京猿人生活环境及其旧石器文化的发展有着密切的关系。

**关键词** 猿人洞, 溶洞演化, 堆积旋回, 北京猿人, 生活环境

## 1 前 言

北京猿人遗址是世界最著名的古人类遗址之一, 是我国古人类遗址中发掘次数最多, 规模最大、研究最为详尽。特别是七十年代末的“北京猿人遗址综合研究”在多方面取得了新进展(吴汝康等, 1985)。近年来, 作者等采用电子自旋共振(ESR)测年法对北京猿人洞内洞穴堆积层年代和猿人年代进行了系统而多次的研究(黄培华等, 1991, 1993; Huang *et al.*, 1993)。同时, 对猿人洞内堆积层的岩性特征和成因类型进行细致的分析发现, 在溶洞发育的填充过程中, 地下水流沉积——砂砾层、粉砂粘土层或钙板层与机械风化剥落的岩屑角砾层或洞顶崩塌岩块角砾层呈现明显的互层堆积旋回。作者据此将中更世的第1—2层至13层划分为7个堆积旋回, 并与年代相当的黄土堆积旋回 $S_7$ 至 $L_2$ 和深海气候旋回I至C的氧同位素阶段第19阶段至第6阶段相对比(黄培华, 1991, 1993)。在上述研究的基础上, 作者侧重于石灰岩溶洞发生发展规律, 将猿人洞发生、发展至封闭全过程划分为6个阶段。有关阶段的洞穴环境对于北京猿人的演化、居住、狩猎、采集食物和旧石器文化发展关系极为密切, 依据近年来研究的成果和线索(裴文中等, 1985; 祁国琴, 1989; 张银运, 1991), 探讨于后。

## 2 北京猿人洞的洞穴演化过程

任美镔等(1981)曾对周口店洞穴演化过程与古人类生活关系进行了深入的研究,并划分成深埋阶段、向东开口阶段、猿人主要居住于猿人洞东部阶段、“鸽子堂”洞顶崩垮,猿人住地西迁阶段和洞被填满,猿人他迁阶段等5个阶段。本文拟从北京周口店地区的古气候条件、构造运动影响、龙骨山猿人洞奥陶纪灰岩构造特征和岩溶洞穴的发生发展规律等将猿人洞的演化过程划分为6个阶段(图1)。

第1阶段:上新世早期( $N_2^1$ )唐县期夷平面及溶蚀漏斗形成阶段。上新世早期,周口店地区构造运动相对稳定,在长期的风化剥蚀作用下,地表逐渐被夷平成起伏平缓的准平原(唐县期准平原)。依据当时沉积层( $N_2^1$ ,鱼岭组)所含的动物化石、孢粉组合和粘土矿物等特征显示,当时主要属北亚热带湿润气候,化学风化和溶蚀作用较强烈,石灰岩地面分布着溶蚀漏斗和溶蚀洼地,地下浅处发育了水平型溶洞。洞内有地下河的流水相和静水相沉积(鱼岭组)。龙骨山是由易于溶蚀作用的中奥陶纪马家沟组( $O_2$ )灰岩组成。在猿人洞附近,地层走向NWW,倾向NNE,倾角陡达 $60^\circ-70^\circ$ ;构造节理和裂隙也很发育,倾角近于垂直, $75^\circ-85^\circ$ 。其中以NNE走向裂隙对以后洞穴发展最为重要。当时的地表水流,特别是暴雨季节的坡面流水,由漏斗和竖井沿着垂直的构造裂隙和陡倾的灰岩层面向下渗透,使垂直岩溶裂隙逐渐溶蚀扩大。这是猿人洞发生的萌芽阶段。

第2阶段,上新世晚期( $N_2^2$ )准平原面抬升和垂直溶洞形成阶段。晚喜马拉雅构造运动使周口店附近唐县期准平原面作掀斜式的抬升,河流随之下切,形成西山东麓的山前丘陵。丘陵顶部准平原面由山区向平原倾斜。在鱼岭的准平原面约抬升60多米,龙骨山处约抬升50米。随着相对高度的增加,山顶坡面水流灌入垂直裂隙和陡倾岩层面,向深处的侵蚀作用和溶蚀作用加强,使垂直岩溶裂隙扩展和延深形成垂直型溶洞和溶洞底部的垂直岩溶裂隙。从1978年发掘的探井底部高程来看,垂直岩溶裂隙深度已达到现今周口河的河床(海拔85.8米)以下4.1米处仍未见底。可见猿人洞的深度(从龙骨山山顶面洞口海拔128米至探井底海拔81.7米)至少达46米以上。在垂直型主洞发育的同时,在相当于当时周口河水面高程附近,沿着岩层层面向(NWW方向)和构造裂隙走向(NNE方向)的水平型支洞也在发展。垂直型主洞和水平型支洞的同时发展而构成了现在猿人洞的雏形。

第3阶段,早更新世( $Q_1$ )垂直溶洞底裂隙填充阶段。周口店地区在早更新世时已由北亚热带气候转变为暖温带湿润和半湿润气候。溶洞的发育特征已由溶蚀作用为主转化为以填充作用为主。就目前所知,溶洞底部裂隙最深处是由早更新世早期( $Q_1^1$ )的第17—16层填充(杨子麋等,1985)。经一段时期的填充间断后,又填充了早更新世晚期( $Q_1^2$ )的第15层。这3层都是由洞外古周口河洪水经过水平支洞带入洞中裂隙填充的粉砂粘土砂砾层。向上为第14层填充,它是暴雨季节山顶面坡面水流携带准平原面上的砾石层(上砾石层, $N_2^1$ )物质经过垂直裂隙通道灌入猿人洞底部。这些表明,猿人洞在这个阶段不仅垂直型主洞向上已与洞顶裂隙相连,而且向东经水平型支洞与古周口河相通。

第4阶段,中更新世早期( $Q_2^1$ ),785—530ka,溶洞底部填平阶段。古周口河洪水泛

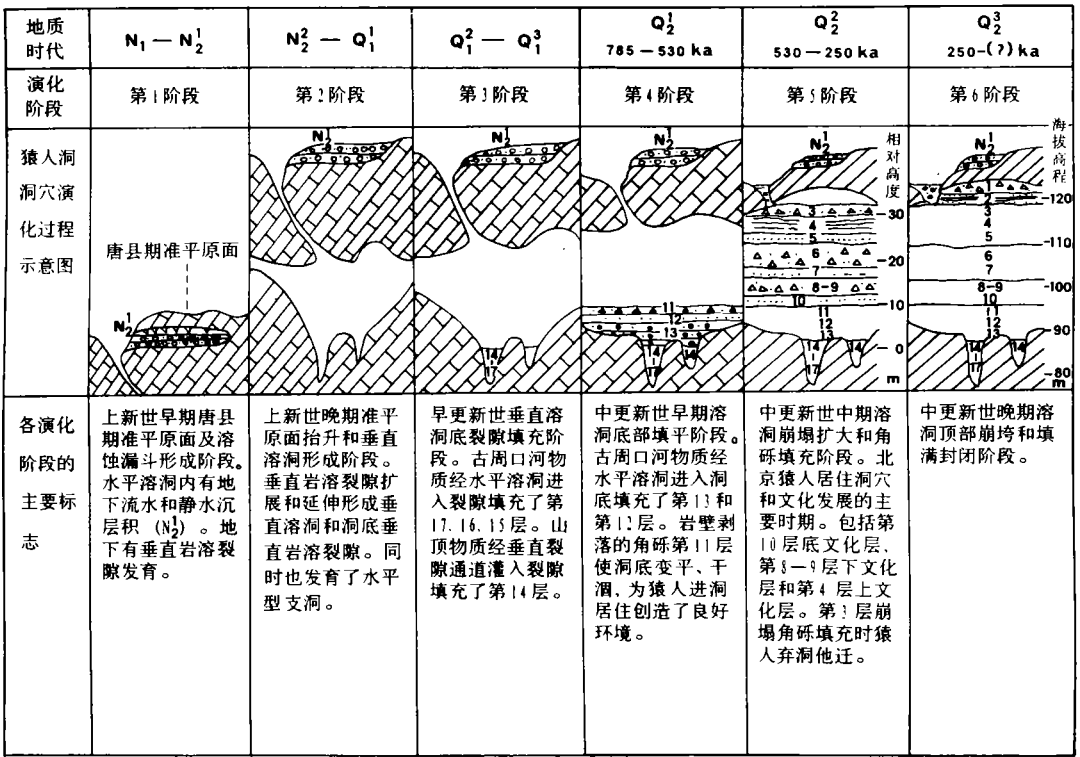


图1 北京猿人洞演化过程模式图

Model diagram of evolutionary process of Peking Man Cave

滥时带入洞中的物质在洞底填充堆积形成第13层以及洞内水流携带的小砾石、粗砂堆积的第12层。洞底由分布着岩溶裂隙而构成的十分崎岖地面因这些地层填充垫高而逐渐变为平坦。第11层为温带半干旱气候条件下洞壁物理风化岩屑角砾堆积(黄培华, 1993)。这时期洞内不仅有较平坦的地段, 而且也有较干涸的地面。这为北京猿人和野兽进出猿人洞提供了有利的条件。

第5阶段, 中更世中期 ( $Q_2^2$ ), 530—250ka, 溶洞崩塌和角砾充填阶段。猿人洞的垂直型主洞和水平型支洞经联合形成了宽25米, 长110米的大溶洞。这个阶段, 从第10层至第3层, 以崩塌角砾充填为主, 占洞内填充物的2/3; 而洞内流水或静水沉积填充仅占1/3。这一阶段是北京猿人在洞内居住的阶段, 洞穴环境的变化对于猿人生活和文化活动关系最为密切(详后)。

第6阶段, 中更世晚期 ( $Q_3^2$ ), 250—(?) ka, 洞穴坍塌和填充阶段。猿人洞的洞穴顶部, 经过多次坍塌后, 洞顶石灰岩层的剩余厚度已经很薄。在地下水流和静水沉积的第2层填充后, 洞顶似乎大部分坍塌, 猿人洞大部分遂被产生的第1层角砾层填充(除山顶洞底部外)而告终。

猿人洞自上新世早期 ( $N_2^1$ ) 末的溶蚀漏斗和岩溶垂直裂隙发生开始, 至中更新世晚期 ( $Q_3^2$ ) 末的洞穴大部分被填充为止, 经历了40万年左右。

表 1 北京猿人洞堆积旋回、环境变化及地层年代表

Depositional cycles, environment changes and chronological scale of Peking Man Cave

分层	厚度 (m)	岩 性	堆积成因	堆积旋回	气候标志	气候	洞穴环境	堆积层年代 (ka) (?)
1	1.50	 石灰岩角砾	洞穴崩塌	1 晚期	草本增多	温带半干旱	洞顶崩垮 洞穴填满	200
2	1.70	 粉砂角砾与钙板互层	地下流水与静水沉积	1 早期	含喜暖动物	暖温带半湿润	洞内有积水	250
3	3.60	 巨大角砾层	洞穴崩塌	2 晚期	草本增多	温带半干旱	洞穴崩塌角砾将洞填满	300
4	6.92	 粘土粉砂夹灰炆	地下水流沉积和用火遗迹	2 早期	喜暖动物减少转凉	暖温带半湿润	洞内稳定居住条件好	340
5	0.45	 石灰华钙板层	地下静水沉积	2 早期	喜暖动物多	暖温带半湿润	洞内有积水	380
6	7.12	 巨大角砾层	洞穴崩塌	3 晚期	略转凉爽	暖温带半干旱	洞穴崩塌东段洞顶崩垮	420
7	1.53	 细砂层	地下水流沉积	3 早期	喜水、暖动物多	暖温带半湿润	洞内有流水	460
8-9	6.15	 上部角砾层 下部巨大角砾层	洞壁剥落 洞穴崩塌	4 晚期	转暖含耐寒乔木	温带半干旱	洞穴大规模崩塌	530
10	0.60	 粉砂粘土夹灰炆层	地下水流沉积和用火遗迹	4 早期	阔叶树孢粉丰富	暖温带半湿润	洞内东段干涸宜居住,用火。	580
11	0.80	 角砾层	洞壁剥落 岩屑碎块	5 晚期	含耐旱动物	温带半干旱	洞底较平坦干燥	620
12-1	1.00	 含细砾粗砂层	地下水流沉积	5 早期	含暖温带孢粉	暖温带半湿润	洞内有水流	660
12-2	0.50	 粗砂角砾层	洞壁剥落 岩屑碎块	6 晚期	孢粉偏干凉	温带半干旱	洞底填高地面起伏减小	690
13-1	0.30	 含角砾粉砂粘土层	地下水流沉积	6 早期	风化深	暖温带半湿润	洞内有水流	730
13-2	1.90	 角砾层	洞壁剥落 岩屑碎块	7 晚期	风化浅	温带半干旱	洞底填充加高地面有起伏	785
13-3	2.60	 含角砾粉砂粘土层	地下水流沉积	7 早期	风化深	暖温带半湿润	洞底崎岖并有水流	

表 2 北京猿人洞堆积层、文化层与黄土堆积层和深海记录对比年代表

Chronology of the deposits and cultural beds compared with loess deposits and deep sea records

分层	厚度 (m)	堆积旋回	猿人洞重要事件和猿人重要活动	猿人头盖骨编号和文化层	猿人洞旧石器阶段	U, FT, TL 测年数据 (ka)	ESR 测年数据 (ka)	古地磁极性	猿人洞堆积层年代 (ka)	黄土堆积层年代 (ka)	深海记录 10 <sup>5</sup> 阶段
1	1.50	晚期	猿人洞洞顶坍塌并填满封闭		晚期阶段			布	1a	1a	11a
2	1.70	早期	洞内有较深积水	B III (193A, 1946)	晚期阶段	230 ± 30 (3) 230 - 33	221 ± 44 (1)	布	2a	2a	11b
3	3.60	晚期	洞顶大规模坍塌	上文化层	早期阶段	249 ± 51 (4) 256 ± 40 (3) 297 ± 78 (7) 306 ± 56 (6)	322 ± 59 (2)	布	3a	3a	11c
4	6.92	早期	洞内由猿人长期居住, 制造大量小砾石石器		早期阶段			布	4a	4a	11d
5	0.45	晚期	洞内地面积水居住困难		晚期阶段			布	5a	5a	11e
6	7.12	早期	洞穴东段洞顶坍塌		早期阶段	355 (5)	364 ± 15 (2)	布	6a	6a	11f
7	1.53	晚期	洞内有水流, 潮湿, 猿人难以居住。		晚期阶段			布	7a	7a	11g
8-9	6.15	早期	猿人在洞内制造大量大中型石器	U <sup>1</sup> , U <sup>11</sup> , U <sup>111</sup> (1919)	早期阶段	462 ± 45 (7)		布	8a	8a	11h
10	0.60	晚期	猿人居住东段并用火取暖, 防御兽和熊食。	底文化层	早期阶段			布	9a	9a	11i
11	0.80	早期	猿人进入洞内活动并与猛兽争夺洞穴场地	E I (1919)	早期阶段		57 ± 46 (1) 315 ± 65 (2)	布	10a	10a	11j
12-1	1.00	晚期			早期阶段			布	11a	11a	11k
12-2	0.50	早期			早期阶段			布	12a	12a	11l
13-1	0.30	晚期			早期阶段			布	13a	13a	11m
13-2	1.90	早期			早期阶段			布	14a	14a	11n
13-3	2.60	晚期			早期阶段			布	15a	15a	11o



注: 测年数据: (1) 和 (2) — 电子自旋共振法; (3)、(4) 和 (5) — 铀系法; (6) 和 (7) — 裂变径迹法; (8) — 热释光法, 数据来源于黄培华, 1993。  
古地磁 B/M 界线数据见 Spell, 1992。  
氧同位素阶段数据见 Stackleton, 1990。

### 3 猿人洞填充过程中的堆积旋回与气候变化

从上述的洞穴发育第 4 阶段（底部填平阶段）开始至第 6 阶段洞穴大部分被填充止，自距今 70 多万年以来，洞穴堆积层可划分为 13 层（贾兰坡，1959）。作者依据其岩性、成因类型、形成年代、动物、孢粉和粘土矿物组合等综合标志划分了 7 个堆积旋回（黄培华，1993）。每个堆积旋回包括下部和上部两部分：下部（早期）为地下流水相砂层、粉砂粘土层或地下水静水相淀积的钙板层，含有温暖气候标志的动物、粘土矿物和孢粉组合。上部（晚期）为洞壁剥落的岩屑角砾层或洞顶崩塌的巨大角砾层，含有带干冷气候特征的动植物和粘土矿物组合。每一个堆积旋回显示出从暖温带半湿润气候到温带半干旱气候的旋回（表 1）。并可与年代相当的深海记录气候旋回及其氧同位素阶段（Shackleton *et al.*, 1990; Spell *et al.*, 1992）——对比，也可与我国黄土地区年代相当的黄土堆积层和古土壤层（刘东生等，1984）——对应，详见表 1 和表 2。

### 4 猿人洞发育过程中洞穴环境与北京猿人生活和文化的关系

猿人洞在第 4 发育阶段第 13 层堆积时，洞底仍较崎岖。在第 12 层堆积时洞底地面起伏虽减小，但在温暖湿润气候条件下，洞内有水。至第 11 层角砾层堆积时，气候已转变为温带半干旱气候，洞底地面已被填平较为平坦，而且洞内较前期干燥，地面有干涸地段，提供了猿人和大型哺乳动物进入洞内活动的场地。依据第 11 层含有猿人头盖骨（E1）、少量石器和食肉动物鬣狗化石推测，当时的猿人洞显然是北京猿人与鬣狗动物经常争夺之地（祁国琴，1989）。以第 11 层底部年代，距今 58 万年左右，作为北京猿人经常进入猿人洞的初始年代，从当时洞穴环境分析，还是较合理的。

在第 4 旋回第 10 层开始堆积时，已有猿人用火遗迹的灰烬层（底文化层）分布。猿人洞东段灰烬层厚达 2—3 米，向西减薄。这标志了猿人集中居住在靠近洞口、进出方便的洞穴东段——“鸽子堂”附近。第 10 层堆积于距今 530—460ka。因而，北京猿人用火的初期历史记录约在 50 万年以前。

第 8—9 层角砾层仍断断续续有灰烬层分布（下文化层），是出土猿人化石（猿人头盖骨 D<sub>1</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>11</sub>, L<sub>111</sub>）最多的堆积层，并含有大量的石器和丰富的动物化石。据裴文中等（1985）研究，从第 11 层至第 8—9 层的石器，具有大、中型石器较多，一器多用、大型石器修理加工比小型的好等特点，属北京猿人旧石器文化的早期。

第 3 旋回第 7 层细粉层堆积时，为暖温带半湿润气候，洞内不仅潮湿，还有水流，有喜水的水獭等动物在洞内活动。至第 6 层角砾层堆积时气候略转为干旱，洞穴内较为干燥，宜于居住。但由于鸽子堂洞顶被崩垮，迫使猿人住地西迁（任美锜等，1981）。同时鸽子堂的东端洞穴出口也被崩塌的角砾阻塞，因而洞穴东段已失去了进出洞穴方便的有利条件。从巨大砾块间有压密的 75cm 厚的灰烬层来分析，有人推测北京猿人可能用崩塌下的巨大岩块垒砌“火塘”来保存火种（杨子赓，1985）。从第 6 层出土的石器来看，石英质小型石器增加，一器多用的现象减少，加工也精致些，显示出猿人在洞穴内用较长的时间

制作而成, 是猿人洞文化发展的中期阶段。

至第 2 旋回第 5 层钙板层堆积时, 洞内地面南侧较低而潮湿 (钙板层厚达 80cm), 西段地面较高 (钙板层仅厚 10cm)。从含食肉类化石占优势来看, 当时洞穴可能被鬣狗等食肉动物占据。至第 4 层灰烬层 (上文化层) 形成时, 洞穴内的西段地势较高而干燥, 灰烬层经压实仍厚达 6 米, 这标志着北京猿人在洞穴西段连续的长期居住, 生活较稳定。从出土的大量石器来看, 猿人挑选石器原料能力不断提高 (张森水, 1989)。乳白、半透明石英和水晶小石器增加, 加工也更精美些。这只有在长期而稳定的洞穴环境下, 精心加工修理而成。第 4—5 层至第 3 层所含的石器均属猿人洞文化发展的晚期阶段。第 3 层堆积时, 猿人洞洞顶又发生大规模的崩塌, 洞穴基本为这次崩塌的角砾层填满而失去居住条件, 北京猿人被迫离开猿人洞而迁居他处, 年代约在 25 万年左右。

## 5 结 论

1. 猿人洞从洞穴的发生、发展至基本填满经历了 6 个发育阶段, 整个发育过程约 400 万年左右。

2. 猿人洞经过第 1—4 发育阶段, 洞底才逐渐被填平, 为北京猿人进入洞内居住和生产石器创造了条件。猿人开始进出洞穴活动的年代约距今 58 万年前后, 猿人开始用火记录约在 50 万年以前。

3. 猿人生活在猿人洞的时间段, 周口店地区处于暖温带半湿润气候和温带半干旱气候变化之内。洞外有野果可采集, 有动物可狩猎, 有河鱼可捕捉。洞内气温变化小, 有干涸的地段以及洞穴内安静的环境是居住和专心制作石器的好场所。其中居住在东段的年代约在 53 万年至 34 万年之间, 长达 20 万年之久。住在西段约在 34 万年至 25 万年之间, 近 10 万年左右。约在距今 25 万年左右洞穴大规模崩塌时, 猿人迁往他处。猿人在猿人洞内断断续续的活动长达 30 万年之久。

4. 猿人洞发育阶段性的变化、填充过程中堆积的旋回、洞内环境的改变以及猿人生活变化和文化发展阶段等在时间上与我国黄土区的堆积旋回和深海气候旋回及氧同位素阶段变化大致同步。

5. 过去有人认为北京猿人遗址的“底砾石层”是“龙骨山冰期的冰碛物”。70 年代末开展的综合研究表明 (吴汝康等, 1985), “底砾石层, 相当于综合研究中第 14 层砾石层的一部分 (杨子庚等, 1985)”, 是暖温带半湿润气候条件下暴雨时流水沿岩溶裂隙灌入堆积, 而不是寒冷气候的冰川堆积物。因而, 不应再保留“龙骨山冰期”一词。过去有人认为在“龙骨山冰期”时, 寒冷冰期气候促进了北京猿人的进化。这种说法显然无科学依据。从北京猿人下颌牙齿具时序性变异特征 (张银运, 1991) 表明, 在温带、暖温带气候条件下, 北京猿人仍呈现出一条连续的演化路线。

致谢: 在本课题研究中得到中国科学院古脊椎动物与古人类研究所周口店北京猿人遗址博物馆袁振新和蔡炳溪同志大力协助, 国立澳大利亚大学第四纪年代研究中心主任 Grün 博士对本文年代表提出了许多补充意见, 作者在此一并表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- 刘东生, 丁梦麟. 1984. 中国早期人类化石层位与黄土—深海沉积古气候旋回对比. 人类学学报, 3(1): 93—101.
- 任美镔, 刘泽纯, 金瑾乐等. 1981. 北京周口店洞穴发育及其与古人类生活的关系. 中国科学, (3): 330—336.
- 吴汝康, 任美镔, 朱显谟等. 1985. 北京猿人遗址综合研究. 北京: 科学出版社.
- 祁国琴. 1989. 中国北方第四纪哺乳动物群兼论原始人类生活环境. 见: 吴汝康等编. 中国远古人类. 北京: 科学出版社, 277—337.
- 张银运. 1991. 周口店第一地点人类牙齿化石的时序性变异. 人类学学报, 10(1): 85—95.
- 张森水. 1989. 中国北方旧石器时代早期文化. 见: 吴汝康等编. 中国远古人类. 北京: 科学出版社, 97—158.
- 郑绍华. 1984. 周口店地区仓鼠材料的重新观察. 古脊椎动物学报, 22(3): 179—197.
- 杨子庚等. 1985. 周口店地区晚新生代地层研究. 见: 吴汝康等编. 北京猿人遗址综合研究. 北京: 科学出版社, 1—85.
- 贾兰坡. 1959. 中国猿人化石产地1958年发掘报告. 古脊椎动物与古人类, 1(1): 21—26.
- 黄培华等. 1991. 北京猿人第一个头盖骨及其遗址堆积年代的电子自旋共振测年研究. 人类学学报, 10(2): 107—115.
- 黄培华. 1991. 北京猿人洞堆积层的ESR年代、堆积旋回与深海气候旋回的对比研究. 中国海陆第四纪对比研究. 北京: 科学出版社, 234—241.
- 黄培华等. 1993. 北京猿人遗址的ESR年代再研究. 核技术, 16: 208—212.
- 黄培华. 1993. 北京猿人洞堆积旋回与黄土和深海气候旋回对比. 地质科学, 28: 305—311.
- 裴文中, 张森水. 1985. 中国猿人石器研究. 中国古生物志, 新丁种第12号.
- Huang Peihua *et al.* 1993. ESR dating of tooth enamel: comparison with U-series, FT and TL dating at the Peking Man Site. *Applied Radiation and Isotopes*, 44: 239—242.
- Shackleton N J *et al.* 1990. An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677. *Trans R Soc Edingb, Earth Sciences*, 81: 251—261.
- Spell T L *et al.* 1992. Revisions to the age of the Brunhes—Matuyama boundary and the Pleistocene geomagnetic polarity timescale. *Geophys Res Lett*, 19: 1181—1184.



## EVOLUTIONAL PROCESS AND DEPOSITIONAL CYCLES OF PEKING MAN CAVE IN RELATION TO THE LIVING ENVIRONMENTS OF PEKING MAN

Huang Peihua

*(Department of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China,*

*Hefei 230026, CHINA)*

### Abstract

Evolutional process of Peking Man Cave may be divided into six periods: peneplain level and karst funnels were formed in early Pliocene ( $N_2^1$ ); uplifting of the peneplain and formation of the vertical cave in late Pliocene ( $N_2^2$ ); filling in the lowermost fissures of the cave during the early Pleistocene ( $Q_1$ ); levelling up the cave floor by deposition of the layers 13–11 in the early period of Middle Pleistocene ( $Q_2^1$ ); cave enlargement and filling by the collapse of the cave roof and its breccia deposits, from layer 10 to layer 3, during the middle period of Middle Pleistocene ( $Q_2^2$ ); collapse of the cave roof and its breccia filling up the cave during the layer 2 and the layer 1 were formed in the late Middle Pleistocene ( $Q_2^3$ ). In the filling process, the cave deposits, from layer 13 to layer 1, can be divided into seven depositional cycles. Each cycle corresponds to a climatic cycle: The lower deposits of a cycle contain silt, clay and travertine deposited from underground flows indicating warm temperate semi-humid climate. The upper deposits of a cycle contain breccia and huge blocks that were formed by the collapse of the cave walls and roof indicating temperate semi-arid climate. The seven cycles allow a correlation with the loess sequence  $S_7-L_2$  and marine oxygen isotope stages 19–6 of the climatic cycles I–C. Peking Man started to occupy the cave during level up the cave floor by the breccia deposition of the layer 11, about 580 ka B.P. dwelled in eastern part of the cave and first used fire, about 530 ka B.P.; collapse of cave roof in the eastern part and moved to the western part of the cave about 340 ka; left the cave during the collapse of the cave roof and breccia deposit of the layer 3, about 250 ka B.P.

**Key words** Cave evolution, Depositional cycle, Living environments, Peking man