

北京西山岩溶洞系的形成及其与新构造运动的关系

吕金波¹, 卢耀如², 郑桂森³, 郑明存⁴

LÜ Jin-bo¹, LU Yao-ru², ZHENG Gui-sen³, ZHENG Ming-cun⁴

1. 北京市地质调查研究院, 北京 102206; 2. 中国地质科学院, 北京 100037;
3. 北京市地质矿产勘查开发局, 北京 100195; 4. 北京市房山区石花洞风景区管委会, 北京 102416
1. *Beijing Geological Survey, Beijing 102206, China;*
2. *Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*
3. *Beijing Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Beijing 100195, China;*
4. *Management Committee of Scenic Spot of Shihua Cave in Fangshan District, Beijing 102416, China*

摘要:形成中国北方岩溶的地层主要为奥陶系马家沟组石灰岩和中元古界蓟县系雾迷山组硅质条带白云岩。上新世石林与第四纪岩溶陡壁组合成的房山地貌主要形成于雾迷山组中,岩溶洞穴发育在马家沟组和雾迷山组中。大石河南岸从上游至下游依次分布鸡毛洞、银狐洞、石花洞、清风洞和孔水洞,由一条地下暗河连为一体,称为石花洞系。石花洞系发育在北岭向斜东北扬起端的马家沟组顶部,与南面的周口店猿人洞系隔着房山闪长岩体。石花洞系中8层不同海拔高度的溶洞可以和永定河的8级阶地进行对比,也可以和8个华北地文期对比,代表了与之相互对应的北京西山新构造隆升的期次。

关键词:多层溶洞;新构造运动;石花洞系;房山地貌;北方岩溶;北京西山

中图分类号:P512.2;P546 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2010)04-0502-08

Lü J B, Lu Y R, Zheng G S, Zheng M C. Formation of karst cave system and its relationship with neotectonic movement in Beijing Western Hills, Beijing, China. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(4):502-509

Abstract: The strata formed karst in North China are mainly composed of Majiagou Formation in Ordovician and dolomite with siliceous bands of Wumishan Formation, Jixian System in Middle Proterozoic. The local Fangshan landform is made up of Pliocene stone forest on mountain top and Quaternary karst stone cliffs, all formed within Wumishan Formation. Karst caves are either developed in Majiagou Formation or Wumishan Formation. Shihua Karst cave system along the south bank of Dashi River consists of Jimao Cave, Yinhu Cave, Shihua Cave, Qingfeng Cave and Kongshui Cave, connected by an underground river. Shihua Cave system is developed on top of Majiagou Formation in northeast uplifting limb of Beiling syncline. There is Fangshan granodiorite between Shihua Cave system and another Karst Cave system of Peking Man Site at Zhoukoudian. Eight altitude levels of Shihua Cave system represent corresponding times of the neotectonic movement in Beijing Western Hills. It may correlate with Physiographic Stages of North China and terraces of Yongding River.

Key words: multilayered Karst cave; neotectonic movement; Shihua Cave system; Fangshan landform; Karst in North China; Beijing Western Hills

中国各种岩溶地质文献中没有“洞系”这一概念,2006年出版的《地球科学大辞典》中只有与之类似的“洞穴网”术语^[1]。国际上建立了许多洞系,如最

长的洞系为美国肯塔基州的猛犸洞系(Mammoth Cave system),长度超过600km。Bögle^[2]和Ford等^[3]统计了长度位于世界前32名的洞穴,名单中没有中

收稿日期:2009-04-18;修订日期:2009-12-11

基金项目:北京市地质矿产勘查开发局项目(编号:dkjdzky20082001)、北京市科学技术委员会项目(编号:855600400)与中国地质调查局项目(编号:20001300005031)共同资助

作者简介:吕金波(1956-),男,博士,教授级高级工程师,从事北京岩溶地质研究。E-mail:ljb5610@sohu.com

国的洞穴。这与中国碳酸盐岩分布面积占世界的 35%、洞穴十分发育的现状极不相称,如果不建立“洞系”的概念,将是岩溶研究的空白,无法实现与国际岩溶研究的对比。

石花洞系位于北京西山大石河南岸的北窖村—万佛堂一线,从上游到下游依次分布鸡毛洞、银狐洞、石花洞、清风洞和孔水洞,由一条地下暗河将其连为一个洞系,总长约 10km,上下分为 8 层溶洞。补给点为大石河上游,排泄点为孔水洞。距北京市区约 50km(图 1)。

从构造位置看,石花洞系发育在北岭向斜东北扬起端的奥陶系马家沟组顶部,与南面的周口店猿人遗址洞系隔着房山闪长岩体(图 2)。孔水洞在《水经注》中有记载^[9],石花洞为多层溶洞。

多层溶洞是地下溶洞的组合形式。规模较大的溶洞形成于岩溶水的水平流动带;如果一个地区的地壳间歇性地上升,水平流动带将随之间歇性地下降。在地壳相对稳定时期形成的一层溶洞,随着地壳上升将抬高到季节变动带或垂直循环带,而在新的水平流动带内又开始发育一层新的溶洞。多层溶洞具有显示区域新构造运动性质和幅度的意义^[1]。

1 北方岩溶的特点

新生代以来中国大陆形成了 3 级台阶。构成北方岩溶的地层有奥陶系马家沟组石灰岩和中元古界雾迷山组硅质条带白云岩。新构造运动和气候条件使得中国北方的石灰岩地区形成多层溶洞,白云岩地区形成新近纪石林与第四纪岩溶陡壁的组合形态(房山地貌)。

1.1 中国 3 级台阶的形成

白垩纪末—古近纪初,中国大陆的东部、西南和西部被海洋包围,陆地上除一些沉积盆地外,大部分是长期接受侵蚀的低平山地和丘陵^[5-7]。这个时期的准平原发育最典型、分布最广泛,分别称为“北台期”、“鄂西期”和“大娄山期”。中国北方称为“北台期夷平面”,该面在中国西部和内蒙古还广泛分布,未被破坏。青藏高原的隆升使得华北太行山脉地文期划分出北台期、唐县期和汾河期,长江中游划分出鄂西期、山原期和三峡期,云贵高原划分出大娄山期、山盆期和乌江期,均经历了 3 个发育阶段^[8]。

南方形成了云南石林、阳朔峰丛、桂林峰林等岩溶地貌,北方形成了新近纪石林与第四纪岩溶陡壁

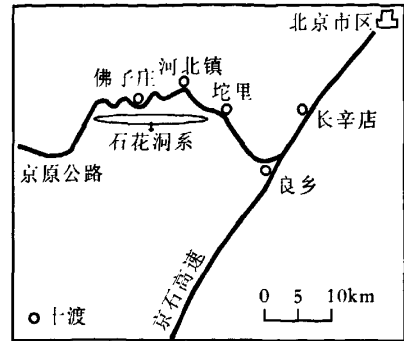


图 1 北京石花洞系交通位置

Fig. 1 Location map of Shihua Caves system, Beijing

的组合形态(房山地貌)、岩溶石柱和多层溶洞等岩溶地貌。

1.2 形成北方岩溶的地层

形成多层溶洞的奥陶系马家沟组主要为泥晶灰岩、粉晶灰岩等。马家沟组形成初期为蒸发云坪环境;早期为潮上一潮间环境,伴有塌陷形成的角砾岩;中期为潮下环境,发育比较复杂的韵律沉积;末期地壳抬升,逐步结束海洋沉积;随后中国北方缺失了马家沟组以后至石炭系太原组以前 140Ma 的沉积^[9]。马家沟组动物化石主要是头足类,又以珠角石种类繁多为特色。房山石花洞一带的马家沟组厚 51.70m,以青灰色纹带灰岩为主,岩石中 Ca 含量较高,K、Na 含量较低。马家沟组元素含量的变化与下伏亮甲山组明显不同,加之覆盖地层为石炭系砂页岩,该组与上下地层相比,极易溶蚀,形成溶洞^[10]。

形成新近纪石林与第四纪岩溶陡壁的组合形态(房山地貌)、岩溶石柱和溶洞的中元古界雾迷山组为一套韵律性明显、富含有机质的碳酸盐岩地层。地层东厚西薄,在蓟县一带厚 3336m,密云一带厚 3494.5m,十三陵一带厚 2229m,房山一带厚 2700m。房山东部受石门花岗岩体的影响,形成上方山—云居寺园区所在的云带山。河北省涞源县白石山受王安镇花岗岩体的影响,形成大理岩峰丛地貌景观。雾迷山组根据岩性组合和生物特征分为 4 个岩性段:一段发育大套淤青质白云岩;二段发育砂质白云岩和纹层状白云岩,属滨海砂坝相沉积环境;三段沉积厚度较大,属潮下坪碳酸盐岩相沉积;四段以岩性单一、发育硅质内碎屑条带和水退沉积韵律为主要特

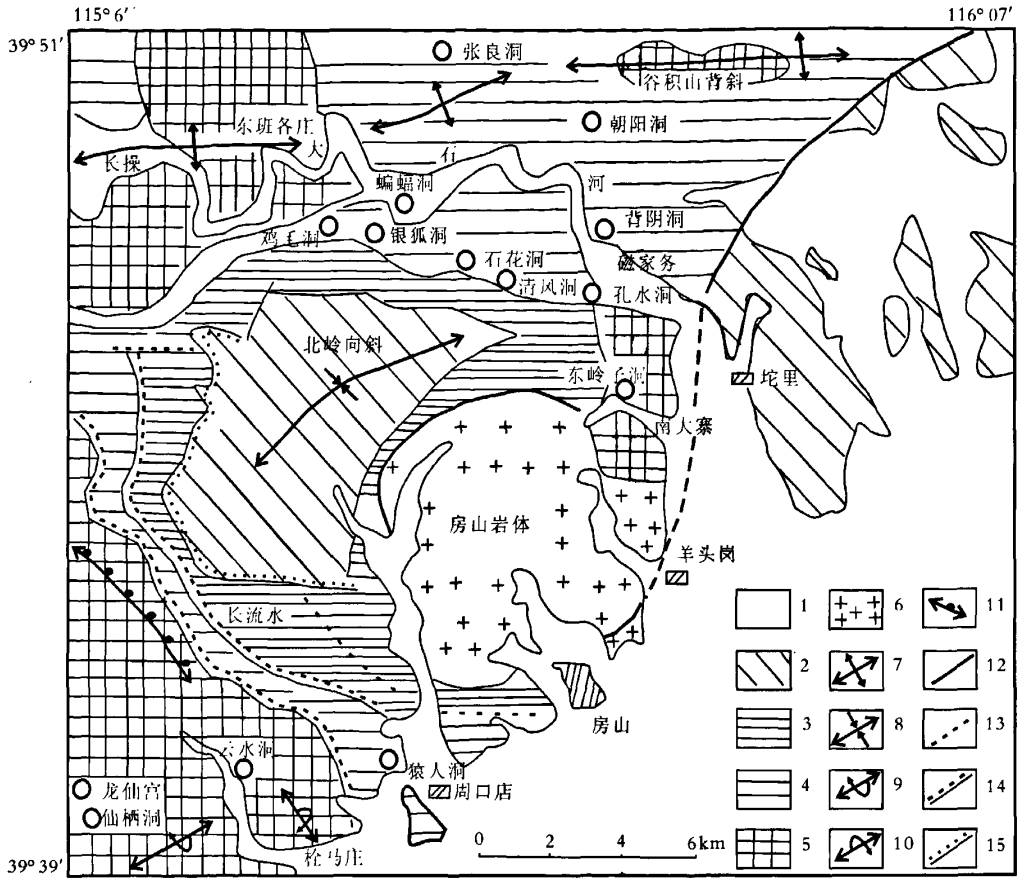


图2 北京石花洞系区域构造纲要图

Fig. 2 Regional tectonic scheme map of Shihua Cave system, Beijing

1—新生代构造层;2—中生代构造层;3—晚古生代构造层(包括三叠系);4—早古生代构造层;5—中、新元古代构造层;6—燕山期花岗岩闪长岩;7—背斜;8—向斜;9—倒转背斜(箭头指轴面倾向);10—倒转向斜;11—穹隆及穹状背斜;12—断层;13—推测断层;14—平行不整合;15—角度不整合

征^[1]。形成石林与岩溶陡壁的组合形态(房山地貌)、岩溶石柱和溶洞的地层主要为四段岩层。

1.3 北方岩溶的形成与新构造运动的关系

古近纪漫长的准平原化过程使中国北方山区形成了北台期夷平面和曲流很大的老年期河流。内蒙古高原基本上保持了原来和缓平坦的古地貌面;黄土高原的古地貌面往往被新生代黄土覆盖;北京山区的河流保持了曲流很大的老年期河流的特征,而北京平原的河流较为平直,说明北京山区的准平原化过程远比现在的北京平原长得多。这时北方岩溶区准平原面节理发育,雨水顺着节理向下溶蚀,溶蚀的深度与现代山顶石林的高度相同,在节理中形成

了相对软弱的充填物质,为新近纪石林的形成奠定了基础。

新近纪北京西山开始隆升,加之强烈的湿热气候,北台期准平原抬升后遭受切割侵蚀,节理中的软弱充填物被冲蚀掉,拒马河流域形成了大片的岩溶石林、宽谷和洞穴(如三清洞、仙栖洞和云水洞),大石河流域形成了最早的洞穴——穿洞。湿热的气候、泥泞的红土地面适合个体矮小的三趾马动物群生存,这一时期被称为唐县期。

第四纪北京西山迅速隆升,河流强烈下切,拒马河流域形成岩溶陡壁、岩溶石柱和岩溶峡谷,大石河流域形成多层溶洞。

新近纪形成的岩溶石林和第四纪形成的岩溶陡壁,组合成了拒马河流域的北方岩溶地貌。因这一地貌在房山地质公园境内表现得最为明显,故建议命名为“房山地貌”。

从水平方向看,大石河南岸的鸡毛洞、银狐洞、石花洞、清风洞和孔水洞由一条地下暗河连通,构成了石花洞系。从垂直方向分析,石花洞在新近纪形成了山顶的穿洞,第四纪形成了 7 层溶洞,显示了北京西山新构造运动的性质和幅度,可以和同属于北京西山的永定河阶地进行对比,也可以同华北地文期进行对比。

2 房山世界地质公园的岩溶洞系

房山世界地质公园地跨北京市房山区和河北省保定市涞水县、涞源县,地理坐标:东经 $114^{\circ}36'48''\sim 116^{\circ}08'16''$ 、北纬 $39^{\circ}09'57''\sim 39^{\circ}43'08''$ 。东西长 130.80km,南北宽 75.09km,总面积 953.95km²。岩溶洞系分为周口店猿人遗址洞系、拒马河唐县期洞系和石花洞系 3 个洞系。

2.1 周口店猿人遗址洞系

周口店猿人遗址洞系位于北岭向斜东南扬起端南翼马家沟组石灰岩中。1918 年瑞典人 Johan Gunnar Andersson 发现了周口店第 6 地点,1921 年夏天他和奥地利人 Otto Zdansky 发现了周口店第 1 地点,1923 年 Otto Zdansky 找到了第 1 枚人的白齿化石,1927 年美国入 Davison Black、中国人李捷共同在猿人遗址 4~5 层间发现了人的左下第 1 白齿,(命名为“中国猿人北京种”,*Sinanthropus Pekinensis*),1929 年 12 月 2 日裴文中发现了第 1 个生存于 0.77Ma 前的北京人头盖骨。周口店猿人遗址于 1961 年被国务院列为第 1 批全国重点文物保护单位,1987 年被联合国列入世界文化遗产。

洞系的走向几乎无人研究。洞系上下可分为 3 层,即下层的北京人洞、中层的山顶洞和上层的新洞,反映了新构造运动在周口店地区的表现。

2.2 拒马河流域唐县期洞系

该洞系发育在中元古界雾迷山组硅质条带白云岩中,位于拒马河北岸,从上游到下游依次分布三清洞、龙仙宫洞、仙栖洞和云水洞。洞穴的大形态形成于唐县期。

三清洞位于六渡的王老铺村西约 1km 处,洞口朝南,海拔 750m,目前已探明的洞长约 600m。该洞

以溶蚀景观为主,几乎没有钟乳石沉积,以窝穴等溶蚀景观为代表的洞穴小形态发育,洞内有 4 个大厅,其中第 4 厅最大。

龙仙宫洞位于东关上村龙泉寺沟,洞口海拔高度 510m,洞厅面积约 10000m²,为中国北方较大的单个洞厅。洞厅内石笋发育,由石灰华盖住的哺乳动物化石令人称奇^[12]。

仙栖洞位于东关上村,是在原黑牛水泉的基础上开凿出来的,地层平缓,洞穴沿北北西—南南东、北东—南西 2 个方向的构造节理发育。洞底石笋较少,洞顶的石钟乳发育较好,为中国北方雾迷山组地层洞穴景观之最。该洞水陆两栖,可以划船^[12]。

云水洞是中国北方开发较早的溶洞,总长 613.35m,由一个狭长(146m)的入洞廊道和 7 个洞厅组成。洞穴的底面基本上沿着白云岩与页岩的交界处发育,洞厅之间由不容易透水的页岩相隔。洞厅高大宽敞,各厅之间有廊道连通。洞中钟乳石发育,构成诸多景观,共有 121 个^[13]。

2.3 大石河流域石花洞系

该洞系发育在北岭向斜东北扬起端北翼的奥陶系马家沟组石灰岩中。大石河南岸从上游到下游(由西到东)依次发育鸡毛洞、银狐洞、石花洞、清风洞和孔水洞。由洞系南侧下方的地下暗河将其连为石花洞系,洞系总长度约 10km(图 2)。

(1) 鸡毛洞

石花洞系上游的鸡毛洞位于佛子庄乡北窰村。地层产状 $190^{\circ}\angle 70^{\circ}$,洞穴深约 60m,长 167m,宽 7~35m,高 10~45m,体积 116900m³。洞穴处于初探阶段,洞口通道为竖井,洞体横断面为矩形,共分 6 个厅,平面沿北西西向延伸,洞体纵剖面呈单一通道。洞内在唐代打断的石笋上有许多炭粒,炭粒上面长出 2.5cm 左右的石笋,可以检测现代测年方法的准确性,可誉为千年石笋沉积实验室^[14]。

(2) 银狐洞

石花洞系中游的银狐洞坐落在下英水村,是开挖上部石炭系煤炭时被发现的。洞深约 106m,总长约 2000m。地下暗河水经北京市地质矿产勘查开发局多次取样化验为含 Sr 的矿泉水。洞穴自 1991 年 7 月开发以来,以可游船的地下暗河和美丽的石毛(银狐)景观而著称。毛细渗透水沉积是包气带洞穴中非重力水沉积的主要形式^[15],石毛(银狐)为毛细渗透水沉积。

(3) 石花洞

石花洞系的主体石花洞位于南车营村。在全国范围内,石花洞洞层最多,以石盾为代表的非重力水沉积物丰富,钟乳石叠置关系明显,石笋微层理清晰,月奶石发育好^[9]。这些特征为研究西山的新构造运动和古环境变化提供了信息,刘东生等^[10]曾撰文《碳酸钙微层理在中国的首次发现及其对全球变化研究的意义》。“钟乳石叠置关系明显,石笋中微层理清晰”,这一特征为在世界率先建立第四纪钟乳石剖面奠定了基础^[17]。洞中倒塌的石笋可反映古地震的情况,一次是在20万年左右,由龙宫倒塌石笋的年龄(U系235ka)确定;另一次发生在10万年左右,9514(或TS9502)样品底部年龄(U系98.8ka±11.0ka)就是证据。

(4) 清风洞

清风洞为脚洞,垂直洞深120m,由7个台阶构成洞体。目前已经探到800m,并找到了面积1000m²以上的洞厅,达到了大型溶洞的规模。进洞30m就可见到大量的钟乳石景观。

(5) 孔水洞

孔水洞位于石花洞系地下河的出口,地下河面海拔96m。唐代洞中曾漂出桃花,有人划船进入洞中,故有“孔水桃花或孔水仙舟”之称,是房山八景之一,也是“房山”的得名地。远在1500年前的北魏时期,酈道元在其《水经注》(卷十二,圣水巨马水)中就记录过孔水洞:“水出郡之西南圣水谷,东南流经大防岭之东首山下,有石穴,东北洞开,高广四五丈,人穴转更崇深。穴中有水,耆旧传言,昔有沙门释惠弥者,好精物隐,尝篝火寻之,傍水人穴三里有余。穴分为二,一穴殊小,西北出,不知趣诣;一穴西南出,人穴经五六日方还,又不测穷深。……”^[14]。这些语言客观地记录了孔水洞的溶蚀大形态,具有科普的思想。酈道元是范阳人(现在涿州市南有东道元和西道元村),官至御史中尉,很早关注家乡北部的洞穴。

1981—1982年,北京市文物局组织考察,先后经过3个大型洞厅,仍然没有走到尽头。

3 石花洞的8层溶洞反映了新构造运动

从更大的区域看,渤海湾周围的太行山、燕山、辽东山地和胶东山地,新近纪以来处于隆升状态。前人对这些山地的河流阶地做了大量的测量和研究工作^[18-20],也做了地文期的划分,但没有做多层溶洞的

划分。这些山地的碳酸盐岩地区普遍发育溶洞,层状特征明显,如朝阳市凤凰山的象鼻洞、围场九头山北的天生桥、黄崖关断裂西侧的溶洞、永定河62号隧道处的溶洞、怀来盆地北部枣儿口峡谷东侧的多层溶洞等^[19]。多层溶洞的某一层相当于某一阶地的高度,代表了多层阶地的高度,反映该处间歇性上升的特点,也表现了上升幅度的大小。

华南地区新构造隆升幅度没有华北地区大,所以洞层发育较少,脚洞向上3层者居多。而华北石花洞系所在的构造单元称为北岭向斜,8层溶洞发育在同一地层(奥陶纪马家沟组)中,可与华北地文期和永定河阶地进行对比,从多层溶洞的角度反映了北京西山的新构造隆升。

3.1 石花洞系所在的构造单元——北岭向斜

北岭向斜是由侏罗纪末—白垩纪初发生的燕山运动形成的,两翼由古生界组成,核部为侏罗系,北翼岩层产状南倾,倾角约30°,南翼岩层产状北倾,倾角约60°。

侏罗系南大岭组辉绿岩斜卧在向斜的南翼上,与下伏双泉组的产状不协调,这是由侏罗纪之前发生的褶皱运动所致,结合中国北方其他地区也存在类似的接触关系分析,双泉组沉积之后与侏罗系沉积之前,中国北方发生过一次较强烈的构造运动——印支运动。

石花洞系发育在北岭向斜北翼的古生界奥陶系马家沟组顶部,地层南倾。

3.2 石花洞的8层溶洞

北京西山的溶洞层状特征极其明显,直接与包气带、饱水带之间的地下水活动有关,溶洞的位置代表当时的侵蚀基准面,多层溶洞反映了该处间歇性上升的特点^[9]。

形成石花洞的马家沟组石灰岩南倾,洞穴通道沿着地层走向延伸,其顶、底板的纵剖面坡降很小。洞外东山顶发育穿洞,为唐县期形成的洞穴,实际为第1层洞。第2~3层和第5~6层洞穴横断面为椭圆形,应该为潜水带洞。第4层和第7层以下洞穴横断面为锁孔形,应该为渗流带洞,显示地壳抬升速度加快(表1、图3)。

3.3 石花洞系洞层与地层的关系

石花洞共发育8个洞层,即洞外山顶穿洞①和洞穴上下②~⑧层洞道。

①层位于东山,已经成为穿洞,洞底海拔约

表 1 北京石花洞大形态综合表

Table 1 Synthetic table of large forms in Shihua Cave, Beijing

层数	底板高程/m	洞体长度/m	洞底面积/m ²	容积/m ³	横断面形态
①	414.80	10.40	22	30	穿洞
②	250.00	264.00	2380	13200	椭圆形
③	215.00~218.00	287.00	1753	14350	椭圆形
④	161.25~206.20	488.00	4127	24400	锁孔形
⑤	157.39	450.00	2200	22500	椭圆形
⑥	150.00	150.00	1200	9600	椭圆形
⑦	140.00	500.00	2500	15000	锁孔形
⑧	130.00				

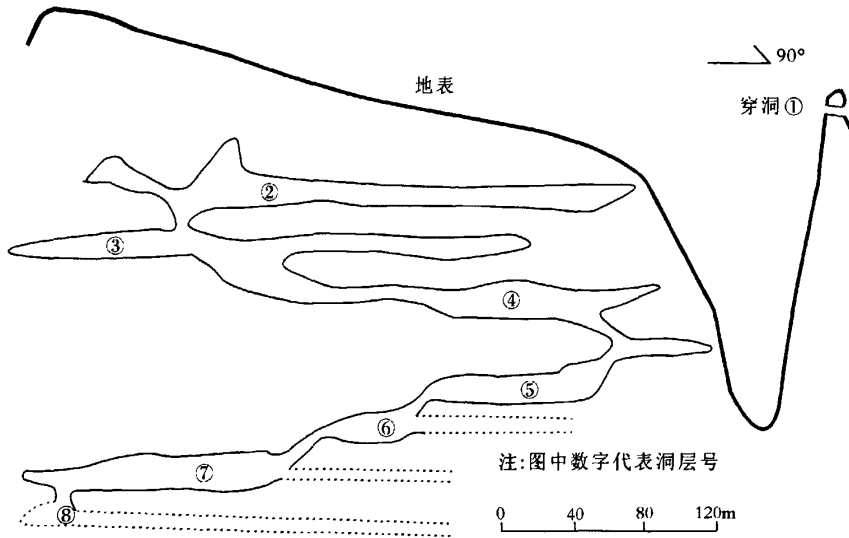


图 3 石花洞纵剖面示意图

Fig. 3 Sketch longitudinal profile of Shihua Cave

414.8m,比南面的 431.8 高地低 17m。穿洞宽 5m,高 7m,长 13m,形成于上新世唐县期。

石花洞的洞口海拔 250m,地下暗河海拔 130m,其间发育 7 层洞道(②~⑧层),洞道的延长方向与地层的走向一致。洞层从地表向下沿着地层倾向南摆,洞层从上游至下游沿着地层走向发育(图 4)。

3.4 石花洞系洞层与华北地文期对比

根据 Davis^[21]的地形侵蚀循环理论,在同一个构造活动区域内各地点的地文期是可以对比的,多层溶洞的发育历史与山区地文期发育各个阶段之间有着密切的对应关系^[22]。所以,石花洞系的洞层与华北地文期是可以对比的,它们共同反映了华北山体的

隆升过程(表 2)。

1904 年 Willis 等^[23]将华北地文期分为北台期、唐县期、忻州期和汾河期。1919 年 Johan Gunnar Andersson 将其重分为唐县期、汾河期、马兰期和板桥期。1926 年王竹泉^[24]重分为吕梁期、唐县期、忻州期、汾河期和黄河期。1929 年 Barbour^[25]分为北台期、唐县期、汾河期、三门期、清水期、马兰期、板桥期和近代期 8 个地文期。袁宝印^[26]分为唐县期、汾河期、泥河湾期、滹水期、周口店期、清水期、马兰期和板桥期 8 个堆积与侵蚀相间的地文期。

地文期是区域地貌演化中对不同性质地貌过程的阶段性划分,Barbour^[25]认为 2 个侵蚀期之间被 1

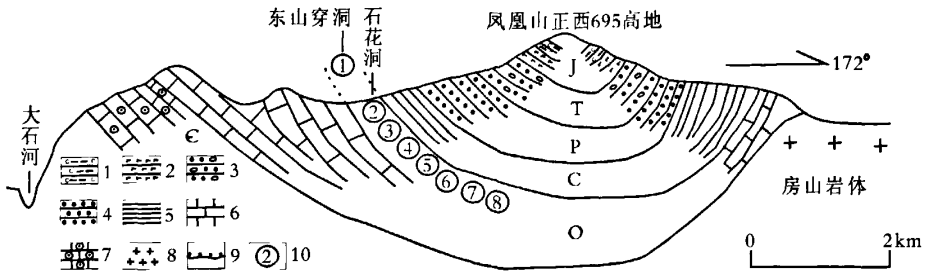


图4 石花洞系洞层与地层的关系

Fig. 4 Relation between cave layers and strata of Shihua Cave system

J—侏罗系; T—三叠系; P—二叠系; C—石炭系; O—奥陶系; ε—寒武系; 1—炭质页岩; 2—玄武岩; 3—含砾砂岩; 4—砂岩; 5—页岩; 6—灰岩; 7—鲕状灰岩; 8—花岗岩; 9—平行不整合界线; 10—洞层编号

表2 石花洞洞层与华北地文期、永定河阶地之间的对比

Table 2 Correlation of the levels of Shihua Cave to physiographic stages of North China and terraces of Yongding River

石花洞洞层	华北地文期 ^[8]	级数	永定河山峡阶地类型、阶地面海拔高度/m					时代	
			官厅	幽州	沿河城	青白口	下苇甸		丁家滩
⑧	板桥	I				堆/271	堆/185	堆/156	Qh
⑦	马兰	II			堆/377		堆/198		Qp ₃
⑥	清水	III				基/298		基/175	Qp ₂
⑤	周口店	IV	基/464		基/405	基/305	堆/222		Qp ₂
④	涑水	V	基/479	基/475	嵌/423	基/329		基/217	Qp ₁
③	泥河湾	VI		基/505	嵌/450	基/359	基/256		Qp ₁
②	汾河	VII		嵌/535			侵/290	侵/248	N ₂
①	唐县	VIII				基/440			N ₁

注:基—基座阶地,堆—堆积阶地,侵—侵蚀阶地,嵌—嵌入阶地

个堆积期分隔开。北台期属华北地壳稳定期,以五台山的北台夷平面为代表,整个华北为准平原,这种夷平作用发生在古近纪,现在内蒙古高原的老年型曲流河即为北台期夷平面的形态。唐县期属华北地壳稳定期,以河北省唐县夷平面为代表,发生在新近纪中新世,在华北的河谷中表现为最高的阶地——宽谷地貌,在岩溶分布区表现为最高的溶洞——穿洞。汾河期属华北地壳抬升期,形成了穿洞与石花洞②层之间 164m 的巨大高差。泥河湾期属华北地壳稳定期,形成石花洞②~③层。涑水期属华北地壳抬升期,形成石花洞③~④层之间的高差为 53.75m。周口店期属华北地壳稳定期,形成石花洞④层,与周口店第 1 地点相同,具有锁孔形溶蚀断面。清水期,属华北地壳抬升期,形成石花洞④~⑤层之间的高差

3.86m。马兰期属华北地壳稳定期,形成石花洞⑤~⑥层。板桥期属华北地壳抬升期,形成石花洞⑥~⑧层之间的高差 20m。

3.5 石花洞系洞层与永定河多级阶地对比

一个地区的多层溶洞有可能和当地多级阶地相对比^[1]。石花洞系多层溶洞可与永定河阶地进行区域对比(表 2)。永定河山峡位于石花洞北部,紧邻石花洞所在的大石河,该河是贯穿北京西山的唯一河流,从新近纪—第四纪全新世共发育 8 级阶地^[10]。

综上所述,石花洞系位于北岭向斜北翼的马家沟组顶部,发育 8 层溶洞,从上到下发育在同一地层之中。袁宝印对华北地文期 8 个期次的划分,恰恰与石花洞系的 8 个洞层相吻合;与石花洞系紧邻的北面的永定河发育了 8 级阶地,这些特征说明了新近

纪以来北京西山经历了8次新构造隆升(表2)。

4 结论

房山地貌为新近纪石林与第四纪岩溶陡壁的组合形态。

房山地质公园的岩溶洞系分为周口店猿人遗址洞系、拒马河唐县期洞系和石花洞系。

石花洞系发育在北岭向斜北翼的奥陶系马家沟组顶部,位于大石河南岸,从上游到下游依次发育鸡毛洞、银狐洞、石花洞和孔水洞,由一条地下暗河将其连为一个洞系,可命名为石花洞系。补给点为大石河上游,排泄点为孔水洞。

石花洞系为多层溶洞,新近纪以来,随着北京西山间歇性地上升,水平流动带随之间歇性地下降,在不同阶段的地壳相对稳定时期,形成上下不同海拔高度的8层溶洞,可以和北京西山永定河的8级阶地进行对比,可以同 Barbour^[20]和袁宝印^[8]划分的8个华北地文期对比,也许可以同中国东部的8次海进对比^[20],代表了与之相互对应的新构造隆升期次。

致谢:中国科学院地质与地球物理研究所袁宝印研究员对本文提出了很好的修改意见,在此表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]地球科学大辞典《基础学科卷》编辑委员会.地球科学大辞典[M].北京:地质出版社,2006:292.
- [2]Bögle A.Karst hydrology and physical speleology[M].Berlin:Springer-Verlag,1980.
- [3]Ford D C, Palmer A N,White W B. Landform development, Karst [M]//The Geology of North America,1988:0-2,401-402.
- [4]酆道元.水经注(卷十二)[M].杭州:浙江古籍出版社,2000:197.
- [5]程裕祺.中国区域地质概论[M].北京:地质出版社,1994:313-384.
- [6]中国科学院《中国自然地理》编辑委员会.中国自然地理古地理[M].北京:科学出版社,1984:1-63.
- [7]汪品先.新生代亚洲形变与海陆相互作用[J].地球科学,2005,30(1):1-18.

- [8]袁宝印,郭正堂,乔彦松,等.地文期及其在新生代黄土和古地理研究中的意义[J].地质通报,2008,27(3):300-307.
- [9]鲍亦冈,刘振锋,王世发,等.北京市岩石地层[M].北京:中国地质大学出版社,1996:67-77.
- [10]吕金波,李铁英,孙永华,等.北京石花洞的岩溶地质特征[J].中国区域地质,1999,18(4):373-378.
- [11]北京市地质矿产局.北京市区域地质志[M].北京:地质出版社,1991:71.
- [12]吕金波,龚进忠.北京西山仙栖洞风景区的旅游地质学特征[M]//姜建军等.旅游地质学与地质公园建设——旅游地质学论文集第十三集.北京:中国林业出版社,2007:287-292.
- [13]郝梓国,杨亦武,云桂荣,等.上方山-云居寺岩溶洞穴地质景观及其成因探讨[M]//姜建军等.旅游地质学与地质公园建设——旅游地质学论文集第十二集.北京:中国林业出版社,2006:281-290.
- [14]吕金波,孙永华,李铁英.京西鸡毛洞的发现及其意义[J].中国区域地质,1999,18(2):181-184.
- [15]朱学稳.桂林岩溶[M].上海:科学技术出版社,1988:108-109.
- [16]刘东生,谭明,吕金波,等.洞穴碳酸钙微层理在中国的首次发现及其对全球变化研究的意义[J].第四纪研究,1997,18(1):41-51.
- [17]吕金波,赵树森,李铁英,等.北京石花洞第四纪钟乳石剖面的年代学研究[J].中国地质,2007,34(6):995.
- [18]程绍平,冉勇康.漳沱河太行山山峡河流阶地和第四纪构造运动[J].地震地质,1981,3(1):29-33.
- [19]易明初,李锐.燕山地区喜马拉雅运动及现今地壳稳定性研究[M].北京:地震出版社,1991:37-52.
- [20]吴忱,张秀清,马永红.华北山地地貌面与新构造运动[J].华北地震科学,1996,14(4):40-50.
- [21]Davis W M. The cycle of erosion and summit level of the Alps[J]. Journal of Geology,1923,31:1-41.
- [22]李容泉,邱维理.地文期与地文期研究[J].第四纪研究,2005,25(6):676-685.
- [23]Willis B,Blacweller E,Sargent R. H. Research in China[M].Washington DC: The Camegie Institution of Washington,1907:236-264.
- [24]王竹泉.华北地文沿革之重检讨[J].地质论评,1937,(2):357-360.
- [25]Barbour G B. Physigraphic history of the Yangze[J].Geol.Mem.Ser. A,1935,(14):1-112.
- [26]林景星.Quaternary environment in the eastern China[M].北京:地震出版社,1996:172.