

北京西山门头沟地区主要地质遗迹分布特征及形成演化

贺瑾瑞, 徐尚智, 宋庆伟, 郝春燕, 董颖, 冉淑红, 吴家悦, 于兆林, 郑艺龙, 孙淼

Characteristics and evolution of geoheritages in Mentougou District in the Xishan area, Beijing

HE Jinrui, XU Shangzhi, SONG Qingwei, HAO Chunyan, DONG Ying, RAN Shuhong, WU Jiayue, YU Zhaolin, ZHENG Yilong, and SUN Miao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16030/j.cnki.issn.1000-3665.202304002>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

北京西山岩溶水中硝酸盐来源及迁移特征

Sources and migration of nitrate in groundwater in the Xishan karst aquifer in Beijing

李露, 秦大军, 郭艺, 孙杰 水文地质工程地质. 2019, 46(4): 73-80

天津市重要地质遗迹特征及综合分级评价

Characteristics and comprehensive evaluation of important geological heritage resources in Tianjin

李志华, 杨圣坤, 胡海博, 董卫宏, 董志华 水文地质工程地质. 2022, 49(4): 190-197

北京不同区域明挖基坑地表沉降变形特征研究

Characteristics of surface settlement and deformation of open cut foundation pit in different areas of Beijing

张建全, 张克利, 程贵方 水文地质工程地质. 2021, 48(6): 131-139

基于地质建造探索承德市土地利用优化路径

Exploration of land use optimization path based on geological formation in Chengde City

卫晓峰, 王京彬, 孙厚云, 殷志强, 何泽新, 贾凤超, 李霞, 刘宏伟, 张亮 水文地质工程地质. 2020, 47(6): 15-25

河北兴隆诗上庄地质遗迹特征及地质文化村建设探讨

Discussion on the characteristics of geoheritage and construction of geo-cultural village in Shishangzhuang, Xinglong County, Hebei Province

王瑞丰, 任伟, 翟延亮, 张唤楠, 韩立红, 申国强, 张成兵 水文地质工程地质. 2020, 47(6): 109-118

格尔木河流域山前平原区蒸散量的分布特征

Distribution characteristics of evapotranspiration in the valley piedmont plain of the Golmud River Basin

朱晓倩, 金晓媚, 张绪财, 张京 水文地质工程地质. 2019, 46(5): 55-64



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

DOI: 10.16030/j.cnki.issn.1000-3665.202304002

贺瑾瑞, 徐尚智, 宋庆伟, 等. 北京西山门头沟地区主要地质遗迹分布特征及形成演化 [J]. 水文地质工程地质, 2024, 51(3): 210-221.

HE Jinrui, XU Shangzhi, SONG Qingwei, et al. Characteristics and evolution of geoheritages in Mentougou District in the Xishan area, Beijing[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2024, 51(3): 210-221.

北京西山门头沟地区主要地质遗迹分布特征 及形成演化

贺瑾瑞¹, 徐尚智¹, 宋庆伟², 郝春燕¹, 董颖³, 冉淑红¹, 吴家悦¹, 于兆林¹, 郑艺龙¹, 孙森³

(1. 北京市地质灾害防治研究所, 北京 100120; 2. 中国地质科学院, 北京 100037;

3. 中国地质环境监测院, 北京 100081)

摘要: 北京门头沟区处于燕山与太行山的交汇处, 山地面积占 98.5%, 属北京西山的核心地区, 在漫长的地质历史长河中, 留下了丰富的地质遗迹。针对该区地质遗迹分布特征、形成演化缺乏系统研究, 并制约其保护利用等问题, 在充分利用前人成果的基础上, 通过遥感解译、地面调查、岩矿鉴定等, 对该区地质遗迹类型进行系统梳理, 深入探讨了区内地质遗迹分布特征和形成演化。结果表明: (1) 该区地质遗迹丰富、类型多样; 目前已查明的各类地质遗迹有 100 处, 涵盖地质剖面、地质构造、古生物化石、地貌景观等多个类型。(2) 青白口系、马兰黄土等地质剖面及古生物化石类地质遗迹的分布与中新元古界—第四系地层出露区密切相关; 褶皱、断裂等主要分布在妙峰山镇—斋堂镇的中高山地区; 燕山酸性岩体地质遗迹主要沿大型断裂分布; 黄土台地、河流阶地、峡谷以及水体景观类主要沿永定河干流及大型支流分布。(3) 区内发生多次海侵, 形成了诸多地层地质剖面遗迹, 芹峪运动、蓟县运动、燕山运动等留下了多处不整合面、断层、褶皱等构造形迹, 也主导了多期多种矿床形成。研究结果可为区内地质遗迹资源深入研究及其保护利用提供重要依据。

关键词: 地质遗迹; 分布特征; 形成演化; 保护利用; 北京西山

中图分类号: X141

文献标志码: A

文章编号: 1000-3665(2024)03-0210-12

Characteristics and evolution of geoheritages in Mentougou District in the Xishan area, Beijing

HE Jinrui¹, XU Shangzhi¹, SONG Qingwei², HAO Chunyan¹, DONG Ying³, RAN Shuhong¹,

WU Jiayue¹, YU Zhaolin¹, ZHENG Yilong¹, SUN Miao³

(1. Beijing Institute of Geological Hazard Prevention, Beijing 100120, China; 2. Chinese Academy of

Geological Sciences, Beijing 100037, China; 3. China Institute of Geo-Environment Monitoring,

Beijing 100081, China)

Abstract: Mentougou District, the core region of Xishan in Beijing, is located at the junction of Yanshan and Taihang mountains, where mountainous areas account for 98.5%. Over the long geological history, it has remained rich geoheritages. The lack of systematic analysis on the distribution characteristics and evolution of geoheritages

收稿日期: 2023-04-04; 修订日期: 2024-01-19

投稿网址: www.swd zgcdz.com

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目 (DD20190074; DD20221771)

第一作者: 贺瑾瑞 (1984—), 男, 硕士, 教授级高级工程师, 主要从事区域地质调查及地质遗迹调查工作。E-mail: laurry@qq.com

通讯作者: 宋庆伟 (1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事地质遗迹调查及地质文化村示范建设工作。E-mail: 864066806@qq.com

constraint their protection and utilization of geoheritages in this area. This study has systematically reviewed the types of geoheritages in this area through remote sensing, ground investigation, and rock and mineral identification. The results show that: (1) The rich geoheritages in this area are diverse; 100 types of geoheritages have been identified, including geological profiles, geological structures, paleontological fossils, and landscape geology. (2) The distribution of geological profile types such as the Qingbaikou Series and Malan loess is closely related to the exposure area of the Mesoproterozoic-Quaternary strata. Folds and faults are mainly distributed in the middle and high mountain areas from Miaofengshan Town to Zhaitang Town; the acidic rock mass of Yanshan period are mainly distributed along large faults; loess terraces, river terraces, gorges, and water landscape are mainly distributed along the main channel of the Yongdinghe River and its major tributaries. (3) Multiple marine intrusions in this area created lots of stratigraphic profile relics; the Qin Yu Movement, Jixian Movement, and Yanshan Movement led to many structural features, faults, and folds, which dominated the formation of multiple mineral deposits. This study can provide basic information for further in-depth research on geoheritages and their protection and utilization in this area.

Keywords: geoheritage; distribution characteristics; formation and evolution; protection and utilization; Xishan, Beijing

地质遗迹是指在地球演化进程中,受各种内、外力地质作用形成、发展、遗留下来的可以呈现在大众眼前的珍贵的、不可再生的自然地质资源^[1]。

门头沟区是北京西山的核心地区,构造位置处于燕山板内造山带与太行山构造带的交汇处^[2],中生代以来构造与岩浆活动频繁,留下了丰富的地质遗迹资源,是地学科普、研学旅游的理想场所。早在 19 世纪中后期至 20 世纪初,美国地质学家庞培莱、德国学者李希霍芬、德国人时任北京大学教授的梭格尔等先后在此开展地质调查工作;20 世纪初,章鸿钊、丁文江、翁文灏带领包括叶良辅、谢家荣、李捷等在内的 13 位地质专业学生在北京西山测制了 1:5 万地形地质图,并编写了第一本由中国学者完成的地学专著《北京西山地质志》,由此拉开了国内地质学者调查研究的帷幕。年轻的地质学家在调查时发现髫髻山组地层几乎整合于它之前的所有地层之上,认为在其沉积之前,侵蚀作用强烈,曾有强烈的构造事件发生,1926 年,翁文灏正式提出“燕山运动”^[3],该运动曾被任继舜评为是中国东部历次构造事件中,最重要和压倒一切的构造运动,它塑造了中国主要大地构造雏形^[4]。之后在门头沟地区先后有包括青白口系、下马岭组、南大岭组、窑坡组、龙门组、九龙山组、髫髻山组、东岭台组、马兰组等 9 个标准地层创名于此,1933 年,斯行健在门头沟龙泉镇岳家坡村附近,命名了“门头沟植物群”^[5];1966 年,东胡林人遗骸首次被发现,至今已出土上万件文物,期间在考古学、环境学、基因学、病理

学等领域的研究都取得了令人瞩目的成果;1971 年,乔秀夫在门头沟雁翅镇芹峪村附近发现了下马岭组与铁岭组呈斜交不整合,并伴有铁质风化壳,提出了“芹峪运动”^[6];1994 年,郑桂森等确定了门头沟雁翅到斋堂一带的青白口半穹隆的构造变形属于印支期变形^[7];2008 年,高林志等通过门头沟雁翅镇大村附近下马岭组凝灰岩层锆石测年,确定了下马岭组的形成时代^[8-10],促使中国地层年代表新设西山系;2011 年,苏德辰等在雁翅镇永定河河流阶地上发现了世界罕见的雾迷山期古地震遗迹^[11-12],在全球范围内具有重要对比研究价值。

在不同目的的地质调查中,均不同程度地涉及到地质遗迹^[2-12],但缺乏系统性的地质遗迹专门调查研究。因此,本文在充分利用前人成果的基础上,通过遥感解译、地质遗迹详细调查、岩矿鉴定、水化学分析以及锆石测年等工作,对门头沟区地质遗迹进行系统梳理,深入探讨了区内地质遗迹分布特征和形成演化,以期对区内地质遗迹保护与开发利用提供依据。

1 研究区地质概况

门头沟区位于北京西部,东西长约 62 km,南北宽约 34 km,总面积 1 448.9 km²,山地面积占全区的 98.5%。地处华北平原向蒙古高原过渡带上,地势西北高、东南低,海拔介于 73~2 303 m。西北部的东灵山是最高峰,也是“京都第一峰”;东南部的兔儿庄海拔仅有 73 m,为区内最低点。因水流下切,区内形成数百条

沟谷。出露地层自中元古界蓟县系起,除志留系、泥盆系、三叠系等部分地层缺失外,其他各时代地层均有出露,其中侏罗系最为发育。燕山期区内经历了较强的构造变形,形成了诸如燕家台复式背斜、百花山—髫髻山复式向斜、门头沟复式背斜等一系列规模较大

的褶皱构造,还形成了以北东向、北北东向为主,东西、北西向次之的断裂构造。伴随着构造运动,岩浆活动不曾停息,区内西北部主要出露棋盘岩辉长岩体,中部主要出露碾台、白羊石虎花岗岩体,东部为上苇甸花岗闪长岩体等(图1)。

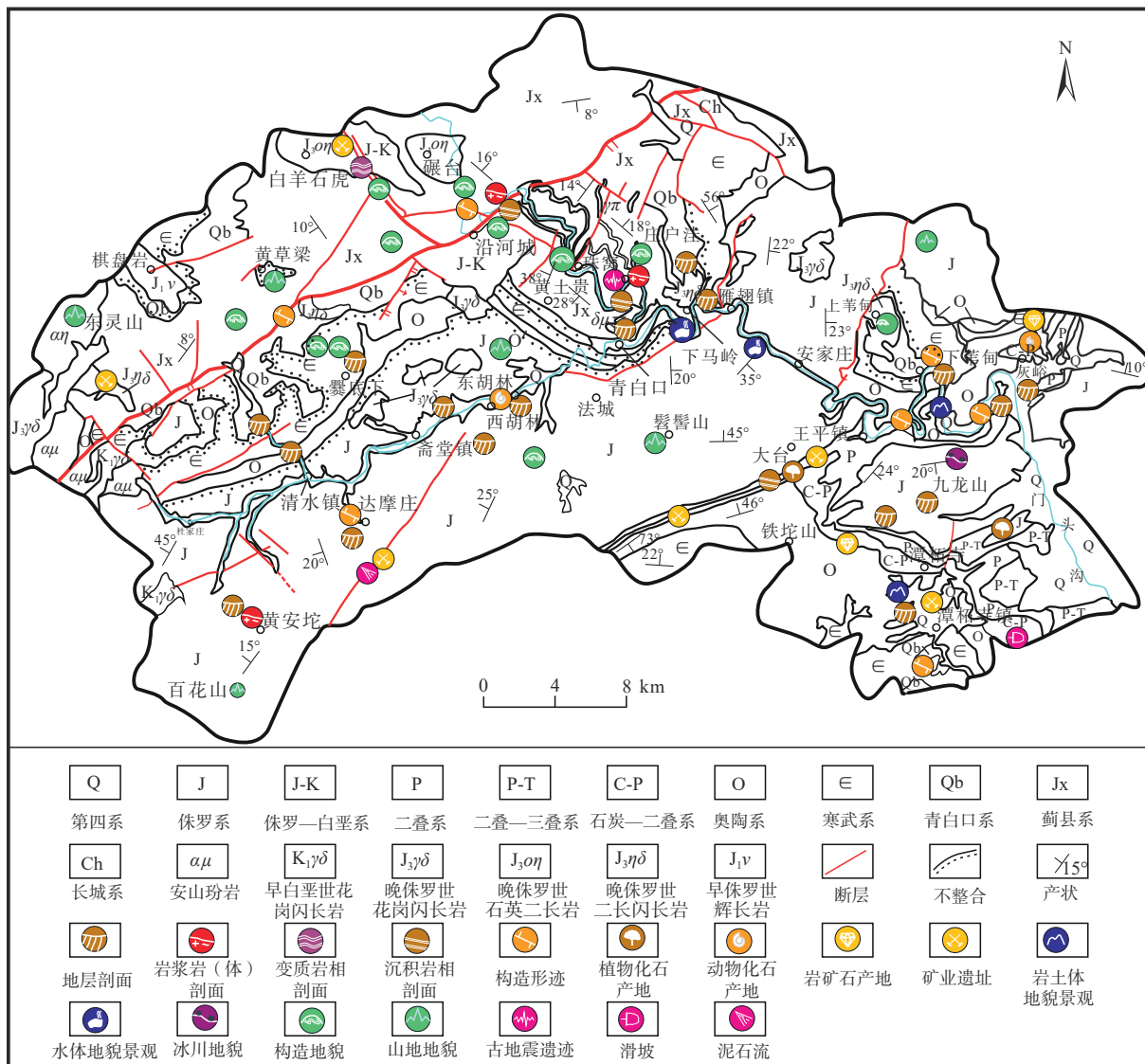


图1 北京西山地区地质图及地质遗迹资源分布图

Fig. 1 Distribution of geoheritages in the Xishan area

2 地质遗迹资源分类及分布特征

2.1 地质遗迹资源分类

依据地质遗迹资源的分布特征、产出形态、形成原因和自然属性,将其主要归纳划分为地质(体、层)剖面、地质构造、古生物化石、矿物岩石与矿床、地貌景观、水体景观、环境地质遗迹等7大类(图1)。

地质(体、层)剖面大类主要包括门头沟地区出露

的层型、次层型剖面,以及一些能呈现典型地质现象的岩浆岩、变质岩、沉积构造等剖面,区内以当地地名命名的岩石地层单位有9处。

地质构造大类主要包括区内数次地壳抬升、下降接受沉积形成的不整合面,受各期构造运动影响形成的断层、断裂,以及受应力挤压形成的褶皱。区内先后受蓟县运动、芹峪运动、印支运动、燕山运动、喜马

拉雅运动影响,留下了典型的构造形迹。

古生物化石大类主要包括中、新元古界地层中丰富的叠层石化石,以及寒武纪生命大爆发以来,寒武纪、奥陶纪、石炭—二叠纪、侏罗纪、第四纪等赋存的化石遗迹等。

岩矿石与矿床大类主要包括区内受地质构造影响形成的多类岩矿石及产地,如奥陶系马家沟组灰岩、石盒子组中的叶蜡石和紫石、侏罗系煤系地层以及受岩浆活动构造运动影响形成的矽卡岩型多金属矿床。

地貌景观大类主要包括区内地表各种形态景观遗迹,如岩土体地貌、火山地貌、冰川地貌、构造地貌和其他陆地地貌景观。

水体景观大类主要指区内与水相关的景观,如河流、湖泊、瀑布、潭、泉和湿地。

环境地质遗迹景观主要包括自然灾害、人类采矿遗址以及地震遗迹。自然灾害包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等,采矿矿业遗址包括煤矿、石灰矿、多金属矿等,地震遗迹主要是古地震遗迹。

2.2 地质遗迹分布特征

(1) 地层展布控制了地层剖面、矿业遗址的分布

区内地层沿北东向展布,呈现复式向斜形态,中部百花山—清水尖—妙峰山主要为侏罗系地层,西北翼清水镇—王家山—雁翅镇北部依次出露上古生界、新元古界地层,南翼北台—安家滩上苇甸以南依次出露下古生界、上古生界、新元古界地层。

地层的展布直接控制了层型、次层型剖面的分布位置。众多煤矿采矿遗址沿石炭—二叠系、侏罗系赋煤层位顺北东向沟谷呈东西向线状分布,如清水涧沿线大台煤矿、千军台煤矿、木城涧煤矿等。

(2) 燕山期断层控制了岩体的产出及分布

区内断层主要受燕山运动影响,多以北东向大断裂为主,北西向多发育小断层。在燕山运动后期岩浆多顺着构造面侵入或溢出,如双塘涧岩体、独山岩体、碾台岩体及白羊石虎岩体等。较大岩体附近常有岩浆顺沉积岩层理面侵入,形成岩床或岩盆,如向阳口巨型花岗斑岩脉和庄户洼闪长玢岩脉。

(3) 河流切割了数十亿年地质历史长河

永定河经官厅水库由门头沟区北西角流入北京,垂向切割区内中、新元古界、古生界、中生界所有地层及部分岩体,依次为碾台岩体、沿河城断裂、青白口半穹隆、髫髻山向斜、下苇甸穹隆东南部寒武、奥陶系地层,最后由三家店水库流入平原。清水河是区

内永定河最大的支流,经燕家台、清水镇、斋堂镇直到青白口与永定河交汇,流域内河流阶地、峡谷地貌、黄土台地、河流景观也一一展现。

3 主要地质遗迹及形成演化

门头沟区大地构造位置位于燕山台褶带之西山迭拗褶,北京最古老的变质岩形成之后,在漫长的地质演化过程中既经历了中—新元古代、早寒武世—中奥陶世、晚石炭世—第四纪三次大的沉降,又经历了青白口纪末—早寒武世、晚奥陶世—早石炭世的全面抬升,印支期的大量凝灰质碎屑岩的出现,拉开了中生代构造运动的序幕,伴随着岩浆的剧烈涌动,燕山运动早期燕山山脉雏形呈现。在各种构造应力的作用下形成了断裂、褶皱、构造盆地和不整合面。新构造运动以来,区内间歇性抬升,加之河流下切,剥蚀、夷平、搬运、堆积,地貌形态更加复杂多样^[13]。

3.1 地质剖面与构造形迹

区内几乎出露除志留系、泥盆系、三叠系之外的所有地层,多个标准层型、次层型都分布在该区,还包括芹峪运动、蔚县上升、蓟县运动、印支运动、燕山运动等留下的众多构造形迹。

距今 18~10 亿年是长城、蓟县、青白口系的沉积阶段,也是区内第一个沉降期的开始,垂向升降是该期构造运动的主要特征。常州沟期区内开始下降,海水侵入,经历了几次海进海退后,一直到新元古代景儿峪期,接受了巨厚层沉积,区内从蓟县期至景儿峪期地层几乎均有出露,主要分布于西北部梨园岭—沿河城—青白口以北地区,包括红白相间的含粉砂、泥状白云岩的杨庄组,富镁碳酸盐岩夹少量碎屑的雾迷山组,杂色含石英粉砂、伊利石页岩的洪水庄组,含丰富叠层石、含锰白云岩的铁岭组,以黑色碳质页岩、板岩、粉砂岩为特色的下马岭组,以砂、砾、页岩为组合特征的龙山组和呈紫红、蛋青色薄—中厚层含泥白云质灰岩的景儿峪组地层。

同时,雾迷山期滨海浅水环境形成了大面积波痕,出露于庄户洼永定河谷中,非对称状指示古水流的方向,波峰和波谷指示地层的顶底,如图 2(a)所示。

雾迷山组、洪水庄组之后,是铁岭海相灰岩沉积期,其地层剖面主要分布在雁翅镇黄土贵一带,之后华北地台在大的沉降背景下,经历了一次短暂的隆升,乔秀夫于雁翅镇芹峪村发现下马岭组和铁岭组之间普遍存在一层铁质风化壳,并称之为“芹峪运动”^[6],下马岭组与铁岭组角度不整合面在门头沟区芹峪村、

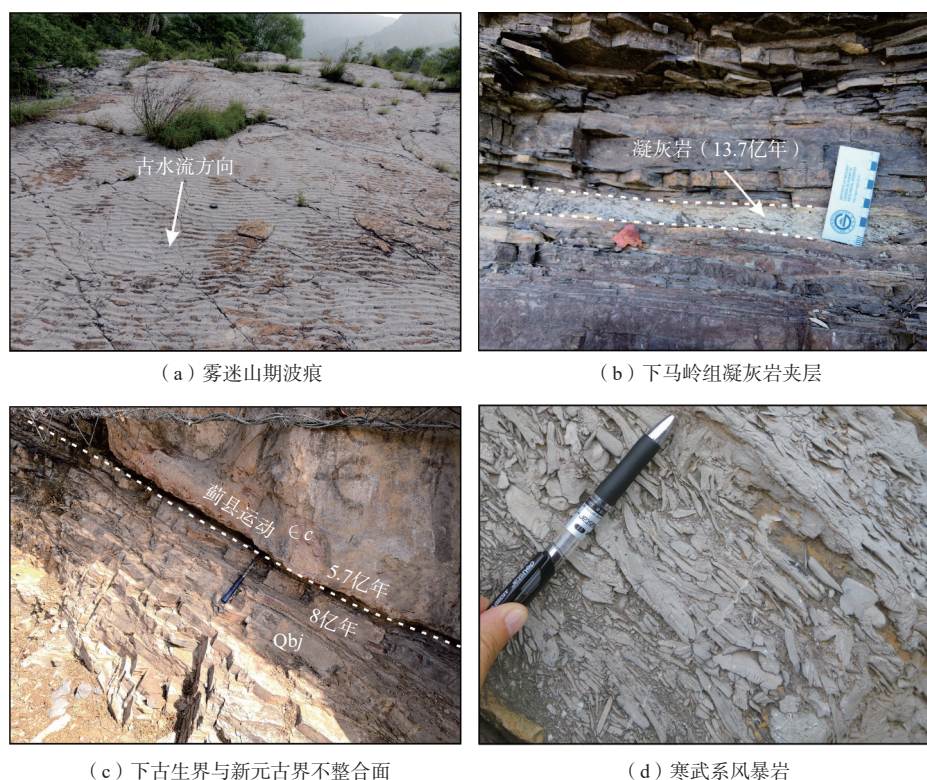


图 2 地层与构造 (1)

Fig. 2 Geology and structure (1)

碣石村一带均有出露。1920 年,叶良辅等将硅质岩之上、砂砾岩之下的一套灰褐色页岩夹砂质白云岩的岩层命名“下马岭组”,采用下马岭村命名。由于没有直接的测年数据,长久以来下马岭组一直被划为新元古界青白口系,约 10 亿年左右^[14]。近年,高林志在雁翅镇大村下马岭组中发现了凝灰岩层,并获得锆石 SHRIMP 年龄为 13.7 亿年^[8-10],促使中国地层年代表新设西山系,并将其划入西山系,该组出露地层剖面主要分布于雁翅付家台、碣石村一带(图 2b)。之后,龙山组地层平行不整合于下马岭组之上,剖面主要分布在寺台子、青白口和下苇甸一带。

青白口纪末(距今 8.0~5.7 亿年),区内迎来第一次大的抬升事件,之后早寒武纪整体下降,海侵开始并进入新的沉积期,青白口系景儿峪组与下古生界寒武系昌平组地层间存在约 10 cm 厚的古土壤,其跨越了 2.3 亿年,这一沉积间断形成了下古生界昌平组与新元古界景儿峪组平行不整合面(图 2c),在门头沟下苇甸、柏峪台村附近都有清晰的剖面。青白口系是 1934 年高振西等创名于门头沟青白口村^[15]。

早寒武世昌平期—中奥陶世马家沟期,区内经历了快速下沉,历时 1.2 亿年,一套碳酸盐岩夹部分碎屑岩的岩石组合形成于浅海环境中。其中,寒武系地层

主要分布在梨园岭—刘家峪、青白口—大村以南一带,总体呈北东向展布,下苇甸、鲁家滩等地均有出露。这套地层以豹斑泥晶灰岩、鲕粒灰岩及竹叶灰岩为主(图 2d)。

奥陶系地层主要分布于北台—安家滩—潭柘寺以南地区、下苇甸穹隆东南部—灰峪以北以及青白口半穹隆西南部—清水镇、王家山以北—林字台岩体以西地区,呈北东向带状展布。该期海水异常动荡,风暴事件搅碎了半固结物并再次沉积,其中炒米店组竹叶状灰岩最具代表性。此外,风暴岩还分布于昌平组、冶里组。下苇甸寒武系地质事件剖面完好地记录了这一过程^[16-18],并成为研学实习的重要场所。

晚奥陶世—早石炭世(距今 4.5~3.2 亿年),区内再次抬升,时间长达 1.2 亿年。长期的剥蚀造成石炭系太原组与下伏奥陶系马家沟组出现了古岩溶型风化壳平行不整合,这一现象在王平镇河北村北得以出露。进入晚石炭世,该区沉积环境由滨海平原向内陆河湖盆地转换,出现了区内第一套含煤建造。其中,石炭系分布于木城涧—潭柘寺、色树坟—灰峪一带,条带状展布,梨园岭以南,淤柏村北西也有少量出露;二叠系分布于木城涧—色树坟—东杨坨、王平村—西峰寺一带。

距今 2.5~2.0 亿年,以岩屑砂岩、粉砂岩及页岩为主的双泉组上部碎屑岩中凝灰质火山碎屑物增多,预示着激烈的构造运动(印支运动)的开始。印支初期在伸展机制下,地壳较深部发生大规模水平韧性剪切作用形成固态流变构造,之后在收缩机制下受南北向挤压形成东西向面理褶皱,这次明显的褶皱运动致使双泉组之前(包括双泉组)的地层发生了显著的褶皱,如谷积山背斜和灰峪向斜。

最终,印支运动结束了准地台的发育史,双泉组—杏石口组出现沉积间断。区内印支运动发生时限是中三叠世晚期(或稍晚),到晚三叠世末期,距今 1.8~2.2 亿年,大致经历了 4 000 万年^[19]。

印支运动之后,开启了一个全新的构造时代——燕山运动。1926 年,翁文灏首次提出了燕山运动。燕山运动早期,北京西山山脉雏形呈现,区内北东向断裂多形成于该期,出露较好的北东向断裂有张家庄断裂、大地—四台子断裂等。该类断裂对燕山早期的岩浆侵入活动、中期的火山喷发和沉积有明显的控制作

用。燕山运动中期,在伸展机制下,早期北东东向背斜隆起的两翼形成了继承性、断陷盆地,沉积了中性火山碎屑岩为主的髫髻山组和土城子组;侏罗纪末期,构造环境再次转化,在强大的南北向应力挤压下,处在地壳上部的中生代火山碎屑沉积岩发生褶皱变形,形成一系列褶皱构造,包括燕家台复式背斜、百花山—髫髻山复式向斜、门头沟复式背斜、百花山向斜、髫髻山向斜、青白口半穹隆(图 3a)、镇厂—杜家庄向斜、下苇甸穹隆以及野溪褶皱(图 3b)。

燕山运动末期,受同方位沿河城断裂等切割破坏,区内局部褶皱构造形态较复杂。沿河城断裂是本区最大的构造断裂,出露于北东向燕家台复式背斜与髫髻山—百花山复式向斜之过渡带。该断裂经历了多期次的活动,燕山早期、中期、末期以及新生代以来都有活动,有较复杂的相对运动和变形过程。末期,该区再次进入伸展环境,构造活动较中期减弱,大量岩浆沿着断裂侵入,形成大量的燕山期晚期侵入岩,如白羊石虎岩体、碾台岩体和独山岩体等。



图 3 地层与构造(2)

Fig. 3 Geology and structure (2)

另外,北北东向断裂形态舒缓波状,常呈雁行斜列,具明显的压剪性特征,其形成时期大致为燕山中晚期,主要有珠窝断裂束、妙峰山断裂、大台—上苇甸断裂、马栏断裂束等。同时,还出露作为经历剧烈运动标志的地层角度不整合面:上侏罗统髫髻山组与中统九龙山组角度不整合面、下白垩统张家口组与上统土城子组角度不整合面。

3.2 岩矿石与矿产

门头沟区内矿产资源丰富,已探明的主要矿藏有煤炭、叶蜡石、溶剂用灰岩、水泥用灰岩、耐火黏土、花岗岩、青石、玉石、塑性黏土、石棉、金、银、铜、铁等 20 多种,矿产地 70 余处。

奥陶纪马家沟期海水侵入,沉积了纯度较高的灰岩,是区内石灰岩矿的重要赋矿层位,长久以来为北京的建设提供着支撑,如灰峪石灰岩矿就有几百年的采矿史,从明清年间就为北京的发展做着贡献。

石炭—二叠纪,海陆转换时期,区内水丰林茂,为太原组、山西组等赋煤层位的形成提供了条件,如王平煤矿、杨坨煤矿、安家滩煤矿都是开采这个层位的煤炭资源。山西组之上整合覆盖石盒子组,石盒子组是晋冀鲁豫地层区统一名称,实际是和北京西山之前称之为“上杨家屯煤系”和“红庙岭组”对应。该套地层在北京西山常产紫石(图 4a)和叶蜡石。区内早侏罗世有个重要的含煤建造赋存于窑坡组地层中平行不

整合于南大岭组之上(图4b),如大台煤矿、木城涧煤矿、杨家峪煤矿等。

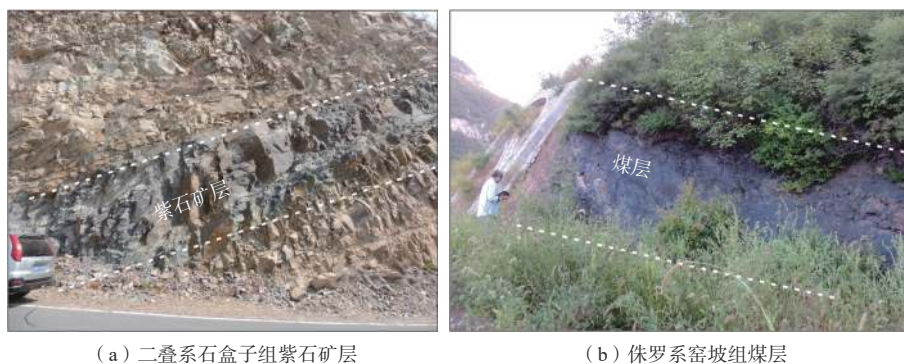


图4 岩矿石与矿床

Fig. 4 Rock and ore deposits in the study area

燕山期岩浆活动,区内大榆木沟大量中酸性岩浆侵入蓟县系碳酸盐岩地层,在接触带及其附近,由含矿气水热液交代作用形成以铁为主的矽卡岩型多金属矿产。

3.3 古生物化石

区内地层时间跨度长,赋存了大量丰富的古生物化石,从中一新元古代的叠层石,到寒武纪的生命大爆发,中生代留下了更加丰富的动植物化石,同时还有承接了北京地区乃至整个华北古人类存续发展直至万年以来的生活遗迹、遗存。

中一新元古代,区内广袤的原始海洋中,出现了最早的能够进行光合作用而释放出氧气的真核生物——

蓝绿藻,它们在活动过程中把海水中的钙、镁碳酸盐岩及碎屑物质粘结沉淀,形成了叠层石。例如付一珠公路庄户洼叠层石剖面(图5a)。温暖的阳光照耀着这里的浅海,寒武纪迎来了生命大爆发,大量三叶虫化石的出现成为下苇甸寒武系剖面的标志。区内张夏组中常见凝块石、叠层石两期生物丘^[20](图5b),不同位置的生物丘反应出不同的海洋沉积环境,其内部结构丰富多样,特征明显。灰峪石炭一二叠纪古生物化石产地就赋存于太原组、山西组地层中,像鳞木、东方轮叶;同时,窑坡组和龙门组含有丰富的植物化石,被统称为侏罗纪门头沟植物群^[21],在岳家坡村西出露岳家坡侏罗纪门头沟植物群化石。

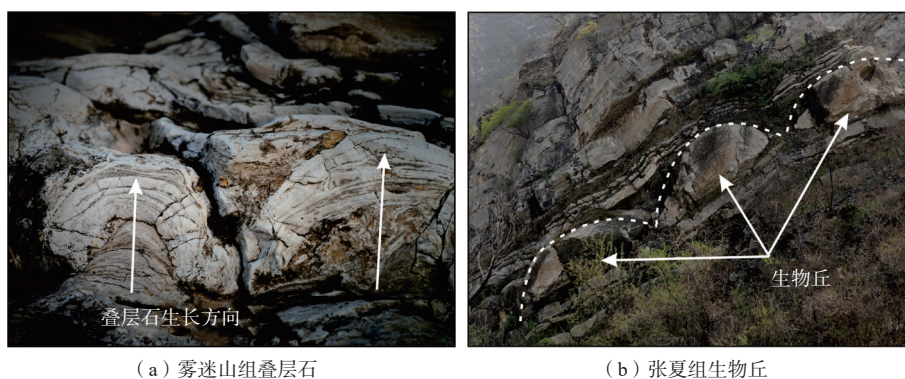


图5 古生物化石

Fig. 5 Fossils in the study area

全新世斋堂镇东胡林人遗址(距今0.95万年)的发现^[22-24],使该地区成为地质学、人类学、基因学、病理学等学科的研究焦点。位于门头沟清水河三级河流阶地上的东胡林人遗址,是继在北京房山地区发现的北京猿人遗址(距今77万年)^[25-26]、新洞人遗址(距

今10万年)^[27]、田园洞人遗址(距今4.20~3.85万年)以及山顶洞人(距今2.5万年)^[28]之后,旧石器向新石器转换时期遗址的首次发现,同时对研究北京地区新旧石器文化的交流与演变、现代人起源与发展以及中国北方农耕文明等重大学术课题有着十分重要的意

义^[29-32]。

3.4 地貌景观与水体景观

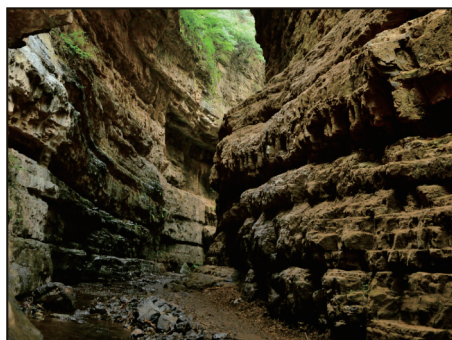
门头沟区经历了多期次构造运动与火山活动,加之新构造运动对微地貌的改造,形成了形态多样、种类齐全的地貌与水体景观。蓟县期,区内南石洋峡谷、庄户洼、沿河城一向阳口一带形成了白云岩、灰岩为主的坚硬岩石,层理发育,为后期形成陡峭的高山和俊美的峡谷奠定了物质基础。

青白口系地层主要分布于燕家台—柏峪台、青白口一大村一带,鲁家滩以南有少量出露,岩石抗风化能力较弱,极易破碎。同时,寒武—奥陶纪期间(距今 5.43~4.60 亿年),在陆表海环境下,沉积巨厚层灰岩为新生代的岩溶洞穴发育提供物质基础,如八奇洞、灰峪溶洞、韭园溶洞等岩溶洞穴群都发育于这套地层中。

燕山运动后,本区构造格架雏形呈现,新构造运动对现代地貌形态进行了精雕细琢。在此影响下,区内西部山地继续抬升,东南部平原继续下沉。喜马拉雅运动开始,区内已存的北东向断裂(沿河城断裂)再次发生强烈的拉张,部分北西向断裂也在活动,该期

山区和平原基本趋于定型。但板块整体间歇性抬升,接受陆表剥蚀,缺失白垩纪到始新世晚期以前的沉积,形成多层夷平面或阶地,从河谷至山脊呈阶梯状展现。北台期准平原面作为区内最高的夷平面,记录了古近纪的准平原化过程。由于喜马拉雅运动第一幕的不连续抬升和第二幕的位移、解体和变形,形成了现在的三级夷平面:一级(2 000 m)的东灵山、白草畔和百花山等;二级(1 400~1 600 m)的黄草梁和清水涧和三级(1 100~1 200 m)的柏峪西、梁家山、妙峰山等山顶面,在东南部此级夷平面的海拔高度降到 800~900 m,如九龙山。

中新世以来形成的嶂谷地貌为研究该区地壳间歇性抬升提供了依据,斋堂有龙门涧嶂谷地貌(图 6a)、爨底下一线天(图 6b)、龙门口一线天等;上新世以来,区内又在地壳相对稳定的条件下进行大规模的剥蚀和夷平,使得北台期夷平面经抬升后剥蚀和夷平,形成了唐县期宽谷面,在斋堂附近最为典型,海拔为 500~700 m,最著名的马兰组黄土剖面就位于此处。在西部唐县面的海拔较高,如黄安坨夷平面达 1 100 m。



(a) 龙门涧嶂谷



(b) 爨底下一线天

图 6 地貌景观
Fig. 6 Landform

晚更新世,清水河流域发生古暴雨山洪泥石流事件,形成了大量的洪积层或洪积台地,马兰砾石堆积形成了马兰台、燕家台、梁家台和青龙涧小台等台地^[33]。第四纪沉积物多沿着永定河及其支流两岸分布,古冰楔现象多发育于晚更新世马兰黄土^[34]和中更新世离石黄土中^[35],其中,发育于斋堂盆地的马兰黄土更是我国晚更新世的标准地层之一,叶良辅、安特生、赵希涛等人认为其是来自陕甘宁的风成黄土^[34,36-37]。全新世,区内的老断裂有时仍表现出一定的活动性,如沿河城断裂的活动使其两盘同一阶地错位,高差可

达数十米。

3.5 环境地质

随着地质历史的演化,区内留下了丰富的环境地质类地质遗迹资源,除了古地震遗迹外,还有晚更新世洪泛期留下的规模巨大的冲洪积层以及近现代人类采矿活动留下的矿业遗址遗迹等。

雾迷山期的古海洋强地震发生时,强烈的振动使地壳下部含水砂层液化,并沿着裂隙等通道向外涌出,在门头沟雁翅镇庄户洼形成雾迷山组溢出丘,其不仅在全国,甚至在全球都罕见^[11-12](图 7a)。同期,

新沉积物在半固结状态下遭受强震水平剪切力作用形成尖棱褶曲,褶曲断开形成板刺构造(图7b)。再者,由于区内石炭—二叠系、侏罗系赋煤层的存在,地下形成了大量采空区,在王平镇清水涧、清水镇达摩沟等地出现了线状分布的塌陷坑。达摩沟由于天然形成的具备一定坡角和面积汇水面,沟道存有大量风化剥蚀的残坡积物,历史上曾发生过泥石流,造

成了一定的人员和财产损失,这里可以作为泥石流地质灾害科普场所,对研究北京西山泥石流成灾机理及科普研学有重要意义;研究区南部还有一处滑坡遗迹——戒台寺滑坡^[38-39],由于道路建设切坡卸荷,导致顺层的基岩有了滑动的迹象,目前已经实施了抗滑桩等治理工程,可以作为滑坡地质灾害教学研场所加以利用。

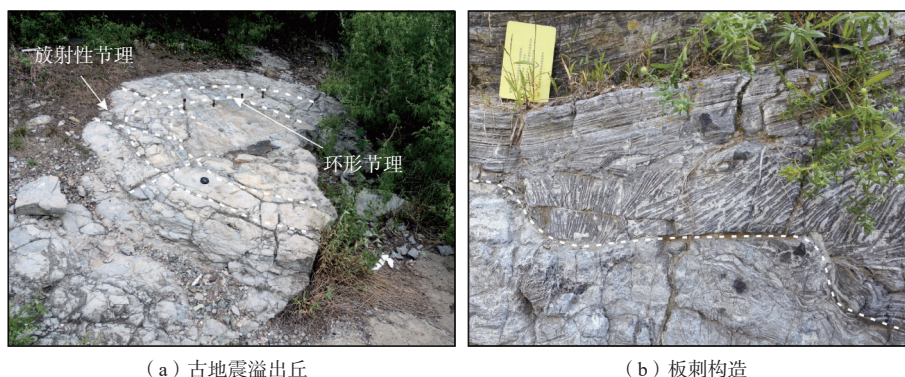


图7 环境地质

Fig. 7 Environmental geology

由于门头沟区矿产资源丰富,在各种采矿活动结束后,留下了大量的遗址、遗迹,主要有多金属采矿遗址、花岗岩采石场遗址、石灰岩采矿遗址以及大量煤矿采矿遗址遗迹等。之后,在产业升级转型之际,以此为基础,可开发利用建设成为矿山公园。

4 结论

(1)门头沟区地质遗迹资源丰富、类型多样。目前,已经查明的各类地质遗迹共100处,包括地质剖面、地质构造、古生物化石、岩矿石与矿产、地貌景观、水体景观和环境地质等7个资源类型。

(2)受燕山运动早期北西—南东向应力挤压,区内地层形成枢纽为北东向的复式褶皱形态,直接控制了多数层型、次层型剖面的分布位置,总体表现为中间新两侧老,如中部大面积出露侏罗系地层,西北部依次出露蓟县系、青白口系、寒武系和奥陶系地层,东南部主要为寒武系、奥陶系、石炭—二叠系地层剖面。燕山期断裂构造的分布控制了岩浆的侵位及产出形态,该期岩体主要分布在沿河城断裂、雁翅—百花山断裂、上苇甸断裂附近;新构造运动以来地壳抬升和河流下切,致使沿流域出露黄土台地、河流阶地、峡谷地貌、地层剖面等多类地质遗迹,多级夷平面至西向东,呈台阶式展布。

(3)区内发生的多次海侵,沉积了中新元古界和下古生界地层,晚古生代海陆转换及断陷盆地形成控制了上古生界—中生界地层的沉积,芹峪运动、蔚县上升、蓟县运动、印支运动、燕山运动等留下了多处不整合面、断层、褶皱等构造形迹,也主导了多期多种矿床形成。伴随着构造运动,古生物也更新迭代,在中生代达到极盛期。新构造运动以来主要表现为上更新统、全新统地层的形成和地壳间歇性抬升运动地貌的形成。

参考文献 (References):

- [1] 地质矿产部. 地质遗迹保护管理规定 [Z]. 北京: 原地质矿产部, 1995. [Ministry of Geology and Mineral Resources. Regulations on the protection and management of geological relics [Z]. Beijing: Former Ministry of Geology and Mineral Resources, 1995. (in Chinese)]
- [2] 张长厚, 张勇, 李海龙, 等. 燕山西段及北京西山晚中生代逆冲构造格局及其地质意义 [J]. 地学前缘, 2006, 13(2): 165-183. [ZHANG Changhou, ZHANG Yong, LI Hailong, et al. Late Mesozoic thrust tectonics framework in the western part of the Yanshan orogenic belt and the Western Hills of Beijing: characteristics and significance [J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13(2): 165-183. (in Chinese with English abstract)]

- [3] WONG W H. Crustal movements and igneous activities in Eastern China since Mesozoic time[J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1927, 6(1): 9 – 37. (in English)
- [4] 任继舜, 陈廷愚, 牛宝贵. 中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿 [M]. 北京: 科学出版社, 1990, 1 – 218. [RENG Jishun, CHEN Tinyu, NIU Baogui. Tectonic evolution and mineralization of the continental lithosphere in eastern China and its adjacent regions[M]. Beijing: Science Press, 1990, 1 – 218. (in Chinese)]
- [5] 斯行健. 中国中生代植物. 中国古生物志 [M]. 甲种, 4 号, 1 册. 1933 年, 1 – 69. [SI Xingjian. Mesozoic plants in China[M]. Chinese Paleontology. Alpha, No. 4, Volume 1.1933, 1 – 69. (in Chinese)]
- [6] 乔秀夫. 青白口群地层学研究 [J]. 地质科学, 1976, 11(3): 246 – 265. [QIAO Xiufu. Investigation on stratigraphy of the qingbaikou group of the yenshan mountains, North China[J]. Chinese Journal of Geology, 1976, 11(3): 246 – 265. (in Chinese with English abstract)]
- [7] 郑桂森, 方景玲. 北京西山青白口—下苇甸一带印支期侵入活动特征 [J]. 北京地质, 1994(1): 21 – 27. [ZHENG Guisen, FANG Jingling. The Indosinian Intrusive active features in the qingbaikou-xiaweidian region of the western hills, Beijing[J]. Beijing Geology, 1994(1): 21 – 27. (in Chinese with English abstract)]
- [8] 高林志, 张传恒, 史晓颖, 等. 华北青白口系下马岭组凝灰岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年 [J]. 地质通报, 2007, 26(3): 249 – 255. [GAO Linzhi, ZHANG Chuanheng, SHI Xiaoying, et al. Zircon SHRIMP U- Pb dating of the tuff bed in the Xiamaling Formation of the Qingbaikouan System in North China. Geological Bulletin of China[J]. Geological Bulletin of China. 2007, 26(3): 249 – 255. (in Chinese with English abstract)]
- [9] 高林志, 张传恒, 尹崇玉, 等. 华北古陆中、新元古代年代地层框架 SHRIMP 锆石年龄新依据 [J]. 地球学报, 2008, 29(3): 366 – 376. [GAO Linzhi, ZHANG Chuanheng, YIN Chongyu, et al. SHRIMP zircon ages: basis for refining the chronostratigraphic classification of the the meso- and Neoproterozoic strata in North China old land[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2008, 29(3): 366 – 376. (in Chinese with English abstract)]
- [10] 高林志, 张传恒, 史晓颖, 等. 华北古陆下马岭组归属中元古界的锆石 SHRIMP 年龄新证据 [J]. 科学通报. 2008, 53(21): 2617 – 2623. [GAO Linzhi, ZHANG Chuanheng, YIN Chongyu, et al. New evidence of zircon SHRIMP age of the Xiamaling Formation in the North China ancient land belonging to the Middle Proterozoic[J]. Chinese Science Bulletin, 2008, 53(21): 2617 – 2623. (in Chinese)]
- [11] 苏德辰, 孙爱萍. 北京永定河谷中元古界雾迷山组软沉积物变形与古地震发生频率 [J]. 古地理学报, 2011, 13(6): 591 – 614. [SU Dechen, SUN Aiping. Soft-sediment deformation and occurrence frequency of palaeoearthquake in the Mesoproterozoic Wumishan Formation, Yongding River Valley, Beijing[J]. Journal of Palaeogeography. 2011, 13(6): 591 – 614. (in Chinese with English abstract)]
- [12] 苏德辰, 孙爱萍, 朱月琴. 探寻古地震的奥秘—古地震遗迹与古地震记录解读 [J]. 国土资源科普与文化. 2017, (4): 4 – 11. [SU Dechen, SUN Aiping, ZHU Yueqin. Exploring the mystery of ancient earthquakes-interpretation of ancient earthquake relics and ancient earthquake records[J]. Science and Cultural Popuparization of Land and Resources. 2017(4): 4 – 11. (in Chinese)]
- [13] 贺瑾瑞, 南赞, 郝春燕, 等. 北京市重要地质遗迹资源及其形成 [J]. 城市地质, 2015, 10(S1): 261 – 268. [HE Jinrui, NAN Yun, HAO Chunyan, et al. Formation and evolution of the important geoheritage resources in Beijing[J]. Urban geology. 2015, 10(Sup 1): 261 – 268. (in Chinese with English abstract)]
- [14] 乔秀夫. 下马岭页岩的时代 [J]. 地质知识. 1956, (5): 12 – 16. [QIAO Xiufu. The age of xiamaling shale[J]. Geological in China. 1956, (5): 12 – 16. (in Chinese)]
- [15] 高振西, 熊永先, 高平. Preliminary notes on sinian stratigraphy of north China[J]. 中国地质学会志. 1934, (0): 261 – 312. [GAO Zhenxi, XiONG Yongxian, GAO Ping. Preliminary notes on sinian tratigraphy of north China[J]. Journal of the Chinese Geological Society. 1934, (0): 261 – 312. (in English)]
- [16] 章雨旭. 北京西山竹叶状灰岩的成因 [C]. 中国地质科学院地质研究所文集(22). 中国地质学会. 1990, 9. [ZHANG Yuxu. Genesis of bamboo-like limestone in xishan, Beijing In Collected works of Institute of Geology[C]. Chinese Academy of Geological Sciences (22) Chinese Geological Society. 1990, 9. (in Chinese with English abstract)]
- [17] 张旭, 张宁, 杨振鸿, 等. 北京西山苇甸中寒武统碳酸盐岩微相及沉积相研究 [J]. 地质科技情报, 2009, 28(6): 25 – 30. [ZHANG Xu, ZHANG Ning, YANG Zhenhong, et al. Carbonate microfacies and sedimentary

- facies of middle Cambrian Formation at Xiaweidian profile in western hills Beijing, China[J]. Geological Science and Technology Information, 2009, 28(6): 25 – 30. (in Chinese with English abstract)]
- [18] 梅冥相. 华北寒武系二级海侵背景下的沉积趋势及层序地层序列: 以北京西郊下苇甸剖面为例 [J]. 中国地质, 2011, 38(2): 317 – 337. [MEI Mingxiang. Depositional trends and sequence-stratigraphic successions under the Cambrian second-order transgressive setting in the North China Platform: a case study of the Xiaweidian section in the western suburb of Beijing[J]. Geology In China, 2011, 38(2): 317 – 337. (in Chinese with English abstract)]
- [19] 陈正邦, 邓一岗, 米双庆, 等. 北京地区的印支运动 [J]. 成都地质学院学报, 1985, 12(3): 62 – 71. [CHEN Zhengbang, DENG Yigang, MI Shuangqing, et al. Indosinian movement in Beijing Area[J]. Journal of Chengdu University of Technology(Science & Technology Edition). 1985, 12(3): 62 – 71. (in Chinese with English abstract)]
- [20] 赫云兰, 刘波, 秦善, 等. 北京西山苇甸中寒武统张夏组生物丘发育特征及其地质意义 [J]. 地质科技情报, 2012, 31(1): 9 – 15. [HE Yunlan, LIU Bo, QIN Shan, et al. The bioherm and geological significance of middle Cambrian Zhangxia formation at Xiaweidian profile in west hill, Beijing, China[J]. Geological Science and Technology Information. 2012, 31(1): 9 – 15. (in Chinese with English abstract)]
- [21] 鲍亦冈, 谢德源, 陈正帮, 等. 论北京地区燕山运动 [J]. 地质学报, 1983, 57(2): 195 – 204. [BAO Yigang, XIE Deyuan, CHEN Zhengbang, et al. On the Yanshan movement in Beijing Area[J]. Acta Geological Sinica. 1983, 57 (2): 195 – 204. (in Chinese with English abstract)]
- [22] 周国兴, 尤玉桂. 北京东胡林村的新石器时代墓葬 [J]. 考古, 1972, (6): 12 – 15. [ZHOU Guoxing, YOU Yugui. Neolithic tombs in donghulin village, Beijing[J]. Archaeology. 1972, (6): 12 – 15. (in Chinese)]
- [23] 郁金城, 赵朝洪, 郝守刚, 等. 东胡林人及其遗址的发现与研究 [J]. 史前研究, 2004(0): 220 – 231. [YU Jincheng, ZHAO Chaohong, HAO Shougang, et al. Discovery and study of Donghulin Man and its Site[J]. Prehistoric Research, 2004(0): 220 – 231. (in Chinese with English abstract)]
- [24] 赵朝洪. 北京市门头沟区东胡林史前遗址 [J]. 考古. 2006, (7): 3 – 8. [ZHAO Chaohong. Prehistoric donghulin Site in Mentougou district, Beijing city[J]. Archaeology, 2006, (7): 3 – 8. (in Chinese with English abstract)]
- [25] 赵树森, 裴静娴. 北京猿人遗址年代学的研究 [M]. 北京猿人遗址综合研究, 科学出版社, 北京, 1985: 239 – 240. [ZHAO Shusen, PEI Jingxian, et al. Study on the chronology of peking man site. Comprehensive Study of Peking Man Site[M], Science Press, Beijing. 1985: 239 – 240(in Chinese)]
- [26] 裴静娴. 北京猿人洞穴堆积及其它洞穴堆积的热发光年龄 [M]. 北京猿人遗址综合研究, 科学出版社, 北京. 1985: 256 – 260. [PEI Jingxian. Thermoluminescence age of peking man cave deposits and other cave deposits[M]. Comprehensive Research on Peking Man Site, Science Press, Beijing. 1985, 1: 256 – 260. (in Chinese)]
- [27] 黎兴国. 周口店山顶洞人和新洞人的碳 14 年代测定 [M]. 北京猿人遗址综合研究, 科学出版社, 北京. 1985: 261 – 262. [LI Xingguo, et al. Carbon 14 dating of the top cave people and the new cave people in Zhoukoudian. Comprehensive Research on Peking Man Site[M], Science Press, Beijing. 1985, 261 – 262. (in Chinese)]
- [28] 同号文. 周口店田园洞与山顶洞遗址的比较研究 [J]. 化石, 2011(4): 48 – 52. [TONG Haowen. A comparative study of the Tianyuan cave and the peak cave in Zhoukoudian[J]. Fossil, 2011(4): 48 – 52. (in Chinese)]
- [29] 郝守刚, 马学平, 夏正楷, 等. 北京斋堂东胡林全新世早期遗址的黄土剖面 [J]. 地质学报, 2002, 76(3): 420 – 430. [HAO Shougang, MA Xueping, XIA Zhengkai, et al. The early holocene loess Section in the Donghulin site near Zhaitang in Beijing[J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76(3): 420 – 430. (in Chinese with English abstract)]
- [30] 夏正楷, 张俊娜, 刘静, 等. 10000a BP 前后北京斋堂东胡林人的生态环境分析 [J]. 科学通报, 2011, 56(34): 2897 – 2905. [XIA Zhengkai, ZHANG Junna, LIU Jing, et al. Ecological environment analysis of Donghu people in Zhaitang, Beijing around 10000a BP[J]. Chinese Science Bulletin, 2011, 56(34): 2897 – 2905. (in Chinese)]
- [31] 侯毅. 从东胡林遗址发现看京晋冀地区农业文明的起源 [J]. 首都师范大学学报(社会科学版), 2007(1): 25 – 28. [HOU Yi. Origins of the Agricultural Civilization in the Beijing-Shanxi-Hebei Region as seen in

- the Discoveries of the Donghulin Site[J]. Journal of Capital Normal University (Social Sciences Edition), 2007(1): 25 – 28. (in Chinese with English abstract)]
- [32] 赵志军. 新石器时代植物考古与农业起源研究 [J]. 中国农史, 2020, 39(3): 3 – 13. [ZHAO Zhijun. Origin of agriculture and archaeobotanical works in China[J]. Agricultural History of China, 2020, 39(3): 3 – 13. (in Chinese with English abstract)]
- [33] 卢演涛, 魏兰英, 尹金辉, 等. 北京西山古山洪堆积——马兰砾石形成环境及年代 [J]. 第四纪研究, 2003, 23(6): 611 – 620. [LU Yanchou, WEI Lanying, YIN Jinhui, et al. Dates and environments of the Malan gravel formation as the torrent debris deposits along Qingshui river in western hills, Beijing[J]. Quaternary Sciences. 2003, 23(6): 611 – 620. (in Chinese with English abstract)]
- [34] ANDERSSON J G. Essays on the Cenozoic of Northern China[M]. Geol. Surv, China, Memoirs. 1923, 4(3). (in English)
- [35] 郭旭东, 严富华, 金增信. 北京西山的冰缘期和更新世自然环境 [J]. 冰川冻土, 1991, 13(2): 159 – 167. [GUO Xudong, YAN Fuhua, JIN Zengxin. Periglacial periods and Pleistocene environment in western mountain of Beijing, China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 1991, 13(2): 159 – 167. (in Chinese with English abstract)]
- [36] 叶良辅, 等. 北京西山地质志 [M]. 地质专报, 甲种第 1 号. 1920, 1 – 92. [YE Liangfu, et al. Geological records of Xishan mountain, Beijing[M]. Special Journal of Geology, Category a No1, 1920, 1 – 92. (in Chinese)]
- [37] 赵希涛, 曲永新. 北京斋堂雁翅地区的黄土 [J]. 地质科学, 1981, 16(1): 47 – 54. [ZHAO Xitao, QU Yongxin. Loess of Zhaitang and Yanchi regions, Beijing[J]. Chinese Journal of Geology. 1981, 16(1): 47 – 54. (in Chinese with English abstract)]
- [38] 程晓伟, 邓安, 尚继红, 等. 北京戒台寺滑坡治理工程动态监测 [J]. 水文地质工程地质, 2009, 36(3): 123 – 127. [CHENG Xiaowei, DENG An, SHANG Chuhong, et al. Dynamic monitoring of the control prjecet of the Jietai Temple landslide in Beijing[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2009, 36(3): 123 – 127.]
- [39] 陶志刚, 张海江, 尹利洁, 等. 基于 FDEM 的戒台寺古滑体开裂破坏过程数值模拟 [J]. 水文地质工程地质, 2017, 44(3): 105 – 112. [TAO Zhigang, ZHANG Haijiang, YI Lijie, et al . Numerical modeling of cracking for the Jietai temple ancient landslide with the combined finite-discrete element method[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2017, 44(3): 105 – 112.]

编辑: 汪美华