

太行山地质遗迹特征与成因分析

王辉 李江海[†] 吴桐雯

造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; [†] 通信作者, E-mail: jhli@pku.edu.cn

摘要 通过野外调查和总结前人研究成果, 并依据地质遗迹的成因、形态及规模等特征, 将太行山地质遗迹资源划分为地质剖面、地质构造、古生物、地貌景观和水体景观共5个大类, 其中以地貌景观中的构造地貌、流水地貌、岩石地貌以及水体景观中的瀑布地貌最为突出。结合太行山新生代后的演化发展, 系统地研究该地区夷平面、峡谷地貌、瀑布地貌、岩溶地貌等主要地质遗迹的成因及相互关系。研究结果对提升研究区地质遗迹资源的科学价值具有重要意义, 也为太行山形成演化的研究提供依据。

关键词 太行山; 地质遗迹; 新生代; 成因分析

中图分类号 P931

Characteristics and Genesis of Geoheritage Resources of Taihang Mountain

WANG Hui, LI Jianghai[†], WU Tongwen

The Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution (MOE), School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871; [†] Corresponding author, E-mail: jhli@pku.edu.cn

Abstract Based on field investigation, the previous scientific research and studies of genesis, shapes, scales of geoheritage resources, the authors divided the geoheritage resources of Taihang Mountain into 5 categories, i.e., geological profiles, geological structure, paleontology, geomorphologic landscape and water landscape. The most typical geological heritages are tectonic landform, fluvial landform, rock landform and waterfall landform. Combined with Cenozoic geological background of Taihang Mountain, the interrelationship and genesis of planation surface, canyon landform, waterfall landform and karst landform was studied in detail. The results have great significance in promoting the scientific value of the geological heritage and provide lots of materials for the study of the evolution of Taihang Mountain.

Key words Taihang Mountain; geoheritage resources; Cenozoic; genesis

太行山地区景区众多, 主要包括北京西山, 河北小五台山、野三坡、狼牙山、白石山、阜平天生桥、驼梁山、苍岩山、临城崆山-白云洞、嶂石岩、邢台峡谷群、武安国家地质公园等, 山西五台山、壶关太行峡谷、平顺天脊山等, 河南林虑山、云台山(包括青天河和神农山)、陵川王莽岭、王屋山等(图1)。

吴忱^[1]认为, 太行山地区地质遗迹的形成主要与断裂带以及潮湿多雨的气候相关。樊克锋等^[2]认为, 太行山地区地貌是以中元古界、寒武系及奥陶

系地层为基础, 受断裂控制, 在新构造运动下由于流水的侵蚀形成。李颖等^[3]认为, 区内地貌整体上受断裂构造控制, 但各个景区地貌的形成受到岩浆活动影响。李庶波等^[4]、庆建春等^[5]和张蒙等^[6]分别通过磷灰石裂变径迹和夷平面与河流阶地发育研究, 讨论了太行山的隆升时间和阶段。针对太行山地区的地质遗迹特征, 文献[7-13]分别对嶂石岩、野三坡、平顺天脊山、林虑山、云台山、王莽岭等地区进行了讨论。

前人的研究侧重于各个景区的局部地质遗迹特

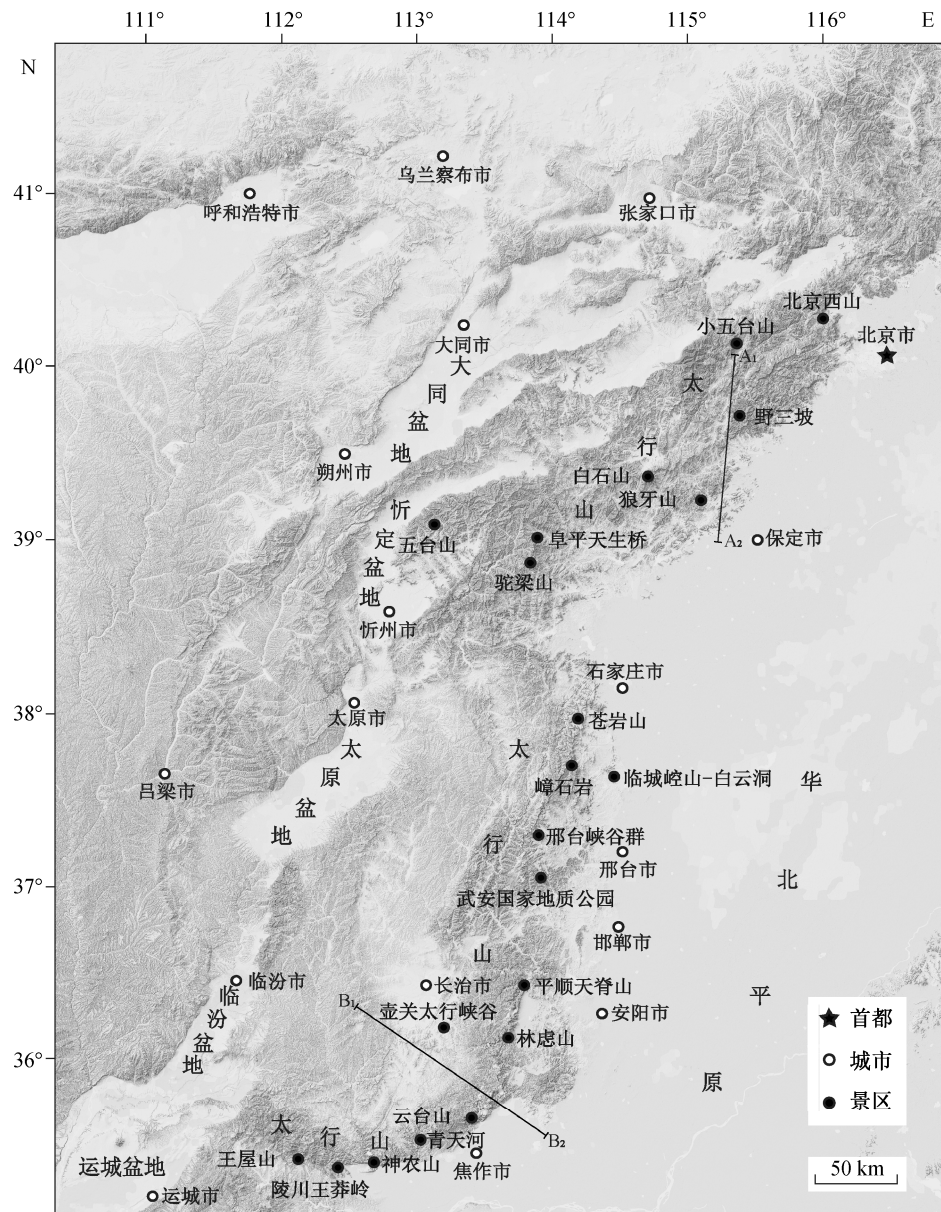


图1 太行山地区主要景区分布

Fig. 1 Distribution of scenic spots in Taihang Mountain area

征及成因分析, 缺乏对太行山地质遗迹整体发育规律的认识。本文在前人研究的基础上, 通过野外考察, 分析太行山地区的地质构造背景, 对全区地质遗迹进行分类总结, 探讨各类地质遗迹的相互关系和成因。本文研究结果可以提高对太行山地质遗迹的系统性认识, 对提升研究区地质遗迹资源的科学价值具有重要意义。随着太行山申报世界自然遗产提上日程, 研究结果有利于突出联合国教科文组织自然遗产遴选标准中的地学价值和美学价值, 为太行山自然遗产价值评估提供科学依据。

1 太行山区域地质概况

太行山位于北京、河北、河南和山西四省市之间, 在地形上处于第二阶梯东缘。北起北京西山, 南与秦岭相接, 其以西为黄土高原, 以东为华北平原。东西宽 50~150 km, 南北长约 700 km, 总体上呈东北-西南方向展布^[4]。太行山北高南低, 最高峰为五台山, 海拔 3061 m, 山势由东向西从陡逐渐变缓。区内河流众多, 包括沁河、卫河、漳河、滹沱河、永定河、拒马河等。河流横切太行山, 形成

众多峡谷,最终汇入海河水系和黄河水系。

从大地构造位置来看,太行山位于华北板块中部,东部为华北裂谷带,西部为汾渭地堑系,南部以西安-郑州-徐州转换带为界,其东南缘呈桌状隆起^[6,14-15](图2)。太行山所在的华北板块位于特提斯构造域、古亚洲构造域和濒太平洋构造域之间,其构造演化历史分为太古宙至古元古代克拉通结晶基底形成时期、中元古代至古生代克拉通盖层形成时期、中生代盆山构造和东亚裂谷演化时期3个阶段。中元古代至古生代的构造演化主要受北侧古亚洲构造域的制约,中、新生代以来受西南侧和东侧的特提斯构造域和濒太平洋构造域的控制^[15]。

太行山地层可以划分为基底和盖层两个构造层次,其中基底主要为太古宙至古元古代地层,包括阜平群、五台群和滹沱群,变质作用和构造变形强烈。在五台山地区,五台群和滹沱群地层出露连续,是中国早前寒武纪地层对比的标准剖面。盖层的发育主要分为两个阶段。第一阶段为中元古代至古生代,其中长城纪发育较厚的石英砂岩地层。寒武至奥陶纪以稳定的浅海环境为主,发育海相碎屑岩-碳酸盐岩地层,夹有页岩、泥岩等地层。志留纪至泥盆纪,华北地区整体受到抬升剥蚀,地层缺失。石炭纪至二叠纪为近海沼泽或河湖沉积环境,发育含煤碎屑岩地层,但分布较为零散。第二阶段为中生代至新生代,中生代主要受太平洋板块向欧亚板块北西向俯冲和挤压作用的影响而进入活跃期,同时伴有岩浆的侵入作用,在侏罗纪最为活跃。新生代以来,随着印度板块向北与欧亚板块发生碰撞,在欧亚板块内部产生巨大影响,使得太行山加速抬升,华北的断陷区成为主要的沉积地区,发育始新统至全新统地层。太行山脉以中元古代长城系石英砂岩和早古生代寒武系-奥陶系碳酸盐岩分布最为广泛,前者主要分布于太行山北部,后者主要分布于太行山南部(图2),分别是嶂石岩地貌与云台地貌主要的成景地层。

虽然太行山在新生代之前也经历过多次隆升,但现今的太行山主要是新生代以来形成的。太行山脉与华北平原之间的山前断裂带的构造活动控制着太行山的断块隆升和华北盆地的沉降。吴忱等^[16]通过对太行山地区深切河谷的研究,认为现今太行

山主要是上新世(2.6 Ma)以后隆升的,隆升速率为0.44~0.60 mm/a,隆升高度为1100~1500 m。孟元库等^[17]根据沁水盆地灰石裂变径迹证据,认为现今太行山是新近纪以来隆升的,快速隆升期为上新世以后,抬升速度为0.18 mm/a,抬升高度为4000 m。总的来说,太行山在新生代经历了多期次的隆升、剥蚀夷平过程而形成现今地貌。

2 太行山主要地质遗迹

本文参考国土资源部《国家地质公园规划编制技术要求》^①、联合国教科文组织(UNESCO)《世界地质公园网络指南和标准》^②和赵汀等^[18]的分类方案,依据地质遗迹的成因、形态及规模等特征,将太行山地区地质遗迹资源划分为地质剖面、地质构造、古生物、地貌景观、水体景观和环境地质遗迹景观5个大类、12个类别、14个亚类(表1)。以中元古代长城系石英砂岩和早古生代寒武系-奥陶系碳酸盐岩为基础的嶂石岩地貌和云台地貌是太行山地区最具代表性的地貌类型。在5个大类的地质遗迹资源中,又以地貌景观和水体景观最为突出。地貌景观中的北台面、甸子梁面和唐县面等三级夷平面地貌,太行大峡谷、红豆杉大峡谷等峡谷地貌,鱼谷洞、金水洞等岩溶地貌,以及水体景观中的瀑布景观,均是太行山地区地质遗迹的典型代表,既有科研价值,也有很高的美学价值。

2.1 嶂石岩地貌与云台地貌

嶂石岩地貌的概念1992年由郭康^[8]首次提出,云台地貌的概念2002年由张忠慧^[26]首次提出。郭康^[27]将嶂石岩地貌与张家界地貌、丹霞地貌并列为二级地貌类型。张忠慧^[26]将云台地貌与喀斯特地貌中的石林型、桂林型、三峡型(峡谷)等并列的二级地貌类型,称之为长崖-瓮谷型。

嶂石岩地貌和云台地貌是在构造抬升背景下,水流沿节理和层理侵蚀、切割而形成的地貌组合,主要有正地貌、负地貌和均衡地貌3个类别。长崖、断墙、方山和低丘等为正地貌,在山体抬升速度大于河流下切速度的情况下形成;裂隙谷、嶂谷和V形谷等为负地貌,主要在构造稳定、河流下切作用下形成;山麓剥蚀面和山地夷平面为均衡地貌,主要在构造稳定时夷平剥蚀作用下形成^[7,8,28]。嶂

① http://www.mlr.gov.cn/zwgk/gfbz/201006/t20100630_723289.htm

② http://www.mlr.gov.cn/zwgk/gfbz/201103/t20110318_824911.htm

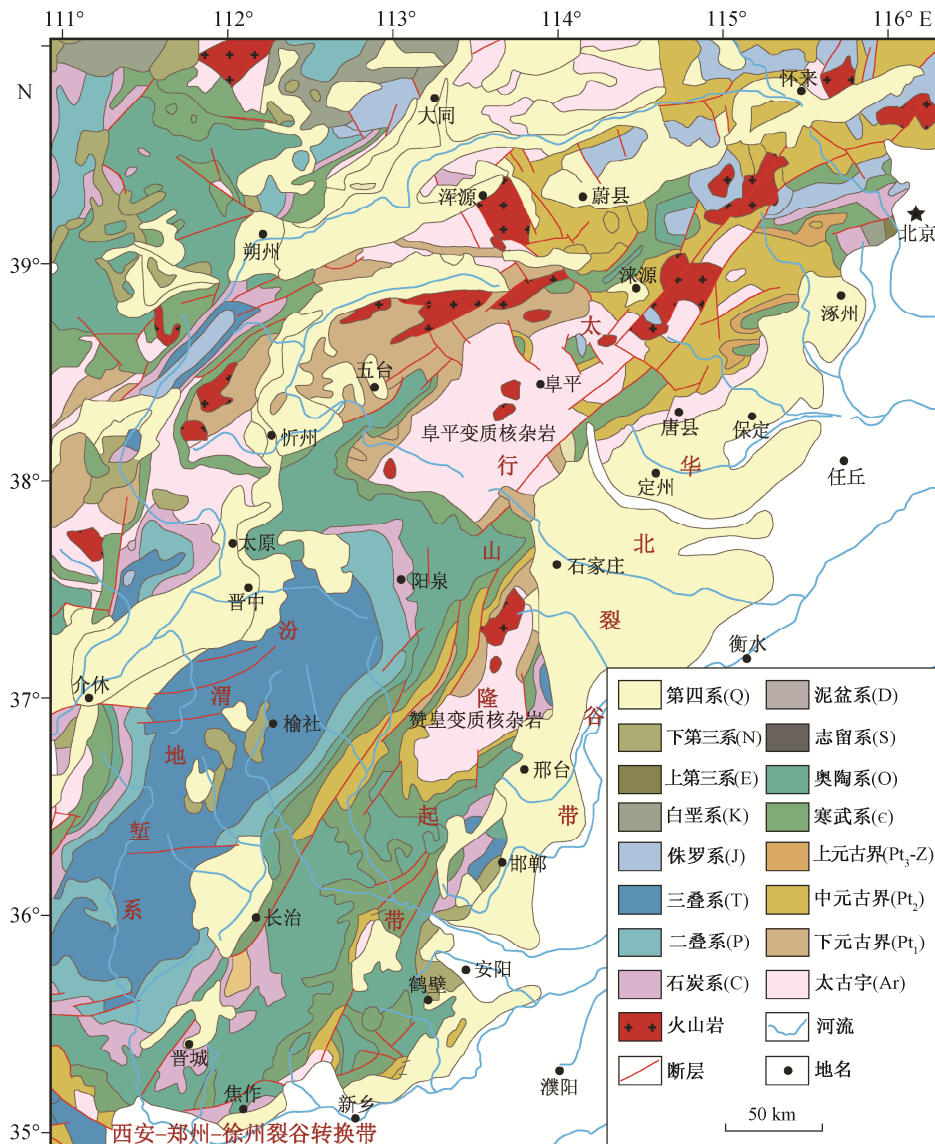


图2 太行山地区地质略图(根据文献[14]修改)

Fig. 2 Geologic sketch map of Taihang Mountain area (modified from Ref. [14])

石岩地貌以岩层平缓的中元古界长城系浅褐红色石英砂岩为主要成景地层^[7],主要发育于太行山北部,以河北嶂石岩和苍岩山、河南林滤山为代表(图1)。云台地貌以早古生界寒武系-奥陶系碳酸盐岩为主要成景地层^[26],主要发育于太行山南部,以河南云台山为代表(图1)。

2.2 夷平面

最早普遍认为太行山发育北台期和唐县期两级夷平面,之后钱学溥^[29]和吴忱等^[16,30]分别在太行山南段和北段发现发育时间介于北台期和唐县期之间的夷平面,分别命名为太行面和甸子梁面。

2.2.1 北台面

由于受到强烈剥蚀,除五台山和小五台山地区有面状分布外,其他地区的北台面都以孤峰或者山脊线的形式保存。在太行山北段,北台面主要分布于五台山及小五台山地区,其中五台山为北台面的定名地,海拔2500~2800 m。在太行山中段,北台面主要分布于清漳河东源,赞皇隆起的西南部,几乎都为山脊线,相互平行且近于水平,海拔在1900 m以上^[31]。在太行山南段,北台面主要分布于山西平顺县、壶关县、陵川县等地区,以孤峰的形式保存,海拔在1800 m左右。覆盖于五台山北台面之

表 1 太行山地区地质遗迹景观分类
Table 1 Classification of geological heritages in Taihang Mountain area

| 大类 | 类 | 亚类 | 地质遗迹 |
|------|-------|----------|--|
| 地质剖面 | 地层剖面 | 标准剖面 | 中元古界蔚县系云梦山组; 早古生界中奥陶统马家沟组; 早古生界下寒武统辛集组、朱砂洞组、馒头组, 中寒武统徐庄组、张夏组, 上寒武统崮山组、炒米店组和三山子组 |
| | 岩浆岩剖面 | 典型岩浆岩剖面 | 王安镇岩体, 大河南岩体, 司格庄岩体 |
| | 变质岩剖面 | 典型变质岩剖面 | 新太古代赞皇群深变质岩系, 新太古代阜平群及五台群深变质岩系, 元元古代甘陶河群浅变质岩系 |
| | 沉积岩剖面 | 典型沉积构造剖面 | 长城系板状交错层理 ^[11] 、槽状交错层理、双向交错层理, 寒武系羽状交错层理, 奥陶系波痕和干涉波痕、泥裂、雨痕 |
| 地质构造 | 构造形迹 | 断裂构造 | 任村-西平罗大断裂, 青羊口大断裂, 邢台-安阳-新乡大断裂, 乌龙沟-上黄旗断裂, 紫荆关-灵山断裂, 林州大断裂 ^[11] , 露水河谷断裂, 黄崖底-杨家池-八达正断层, 天坛山封门口断层 |
| | | 褶皱构造 | 西安里褶皱构造群, 红豆峡向斜, 任村-上八里复式背斜 |
| | | 不整合面 | 太古界与元古界长城系角度不整合面, 元古界长城系与下古生界寒武系平行不整合面 ^[13] , 马家沟组与本溪组不整合面, 寒武系与第四系不整合面 |
| 古生物 | 古生物化石 | 古生物化石 | 寒武系三叶虫、腕足类、牙形石、叠层石, 奥陶系角石化石、腕足类化石, 石炭系珊瑚化石 |
| 地貌景观 | 岩石地貌 | 岩溶地貌景观 | 黄围灵湫洞, 金水洞, 鱼谷洞, 莲花洞 ^[19] ; 大理岩构造峰林, 石芽, 孤峰, 石笋, 石柱; 万佛山天生桥, 青龙峡天生桥 ^[20] , 羊肠板天生桥 ^[21] |
| | 流水地貌 | 流水侵蚀地貌 | 百里峡构造-冲蚀峡谷, 王母峡, 缝隙式隘谷 ^[10] , 漳河谷, 桃花谷, 泉瀑峡 ^[22] , 黑龙峡 |
| | 构造地貌 | 构造地貌景观 | 北台期夷平面, 甸子梁期夷平面, 唐县期夷平面, 龙门天关大断壁, 林虑山断层三角面, 红石峡谷 ^[23] , 锡崖沟大峡谷, 太行大峡谷 ^[11] , 红豆杉大峡谷, 十里河大峡谷, 门河大峡谷 ^[24] |
| 水体景观 | 泉水景观 | 冷泉景观 | 拒马河冷泉群 |
| | 河流景观 | 风景河段 | 永定河, 拒马河; 滹沱河, 漳河, 沁河, 卫河 ^[25] |
| | 瀑布景观 | 瀑布景观 | 勤泉瀑布 ^[13] , 黑龙潭瀑布, 十瀑峡瀑布群 ^[21] , 栖鹰瀑, 老龙潭, 云天天瀑 ^[23] , 黄华瀑布, 王相岩瀑布 ^[11] , 天泉瀑 |

上的玄武岩同位素年龄为 41~48 Ma, 为始新世。位于五台山北台面之下的安山岩和辉绿岩脉同位素年龄为 109~117 Ma, 为早白垩世。因此, 普遍认为北台面的主要形成时间为白垩纪末(65 Ma)^[32]。

2.2.2 甸子梁面(太行面)

甸子梁面(太行面)广泛分布于北台面的周围, 在太行山北部以河北蔚县的甸子梁最典型, 由吴忱等^[30]发现并命名, 海拔高度为 1800~2200 m。太行山南段是以钱学溥^[29]建立的岩溶剥蚀面为标准, 以平顺县和阳城县周边的岩溶剥蚀盆地最为典型, 又称太行面, 海拔 1400~1650 m, 从北向南海拔逐渐降低^[31,33](图 3 和 4)。依侵蚀程度不同, 以山塬面、山梁面或山脊面的形式保存。河北蔚县的甸子梁夷平面之下的玄武岩同位素年龄为 39.90±0.65 Ma, 为始新世, 上覆上新世地层, 因此甸子梁面(太行面)的主要形成时间为渐新世(23 Ma)^[31]。

2.2.3 唐县面

唐县面主要分布于甸子梁面外围的山麓地区, 为太行山地区的山地宽谷面和高山麓面, 海拔 300~500 m^[33](图 3 和 4)。以唐县西部丘陵面最为典型, 故以此命名^[1]。唐县面在山前地带为侵蚀后的低山梁面或残丘, 在山中地区为沟谷谷底, 较大的沟谷均具有盘状宽谷面, 并常见 U 形谷。根据云台山唐县面上堆积物的电子自旋共振(ESR)测年结果, 唐县面形成于上新世晚期至第四纪初期(2~3 Ma)^[32]。

2.3 峡谷地貌

峡谷是在新构造运动迅速抬升和流水下切侵蚀作用下形成的谷地, 是一种两壁狭长且陡峭、深度大于宽度的地貌景观。峡谷主要沿着构造节理或裂隙发育, 早期为宽数千米或数十千米的盘状宽谷, 之后形成数百米或数千米的 U 形宽谷。盘状宽谷和 U 形宽谷继续受到侵蚀, 则形成谷壁陡峭宽度在

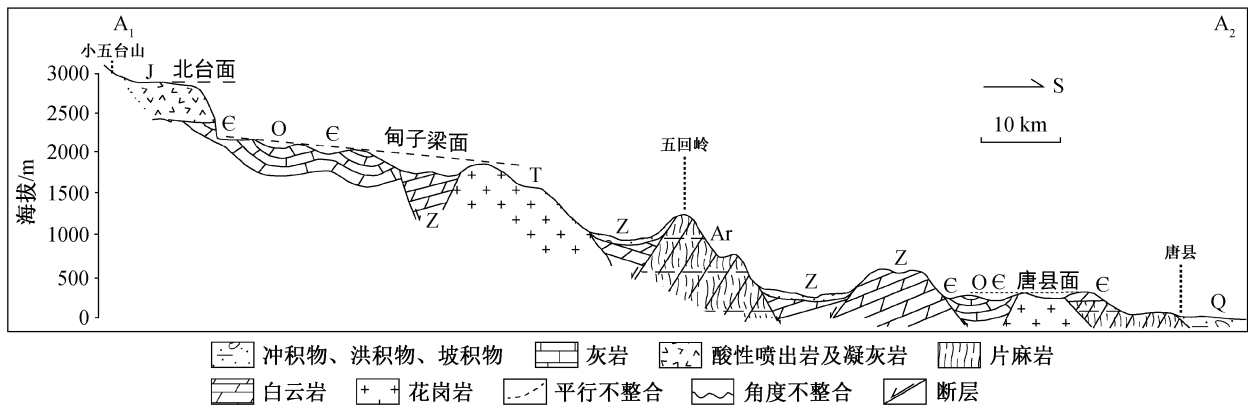


图3 太行山地区北部横剖面(修改自文献[33])

Fig. 3 Cross section in the north area of Taihang Mountain area (modified from Ref. [33])

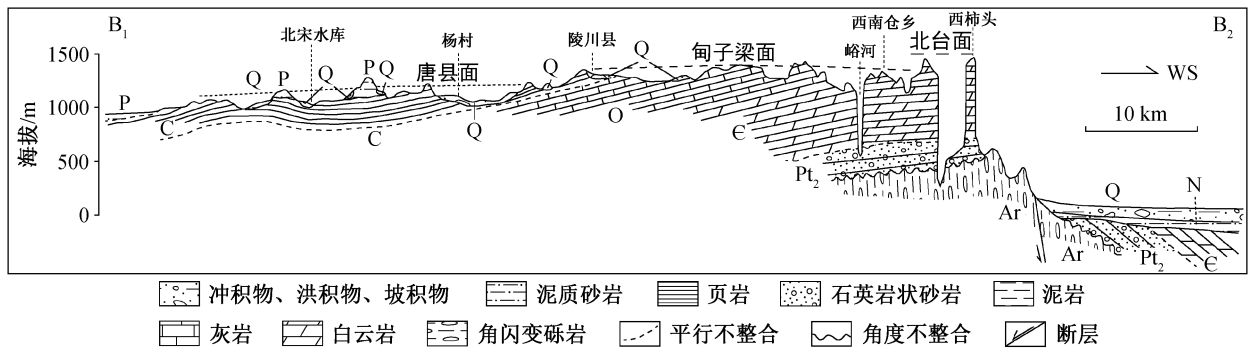


图4 太行山地区南部横剖面(修改自文献[31])

Fig. 4 Cross section in the south area of Taihang Mountain area (modified from Ref. [31])

200~300 m 之间的 V 形峡谷。因此,太行山地区的河谷形态主要是在盘状谷上发育的 U 形河谷,大多峡谷发育位置在 U 形谷的谷底,横剖面表现为 U 形谷和 V 形谷嵌套的特征^[34](图 5)。在野三坡和平顺天脊山等地区,嶂谷和隘谷也广泛发育。

太行山峡谷主要发育于中元古界长城系石英砂岩或蓟县系雾迷山组燧石条带白云岩中,前者以云台山红石峡为代表,后者以野三坡百里峡为代表。崖壁基岩以灰岩为主,地层产状近于水平。

太行山南段的平顺天脊山、林虑山、云台山和王莽岭地区的峡谷高差大多在 100~500 m 之间^[2,11,34],包括高差 200~800 m 的太行大峡谷,高差 500~600 m 的锡崖沟大峡谷,高差 100~400 m 的红豆杉大峡谷,高差 80~100 m 的红石峡谷。平顺天脊山 L 形缝隙式隘谷东段长约 170 m,南段长约 410 m,高差约为 190 m^[10]。河谷两岸发育的共轭节理控制峡谷的总体形态。太行山北部的野三坡百里峡构造-冲蚀嶂谷峭壁高差 150~200 m,主要由 3 条分裂嶂谷

组成,总长 52.5 km^[35],嶂谷的形成受控于垂直节理。李颖等^[3]发现该区的地层具有双层结构,上部为雾迷山组燧石条带白云岩,下部为燕山期闪长岩,在白石山、嶂石岩等地也发现早期沉积岩受到后期岩浆岩的侵入,因此该地区垂直节理的发育受到区内广泛分布的中生代侵入岩影响。

2.4 瀑布地貌

太行山地区的瀑布主要发育在寒武系和奥陶系中,以中厚层白云岩或灰岩与中薄层泥灰岩互层为主,有岩槛型、溶蚀型、裂点型等多种瀑布类型。

岩槛型瀑布是因中薄层的软硬岩层互层造成抗侵蚀能力不同而形成的,其特征是瀑布的落差一般较小,常成群出现,形成叠瀑。溶蚀型瀑布是由于不同岩性的含水性及透水性不同,使得下渗水流方向从垂直运动状态改为水平运动状态,从而切穿山体,顺崖壁流下而形成的,主要与溶洞共同发育。裂点型瀑布的形成与构造运动导致的地壳抬升以及河流溯源侵蚀形成的裂点有关。地层以厚层鲕状灰

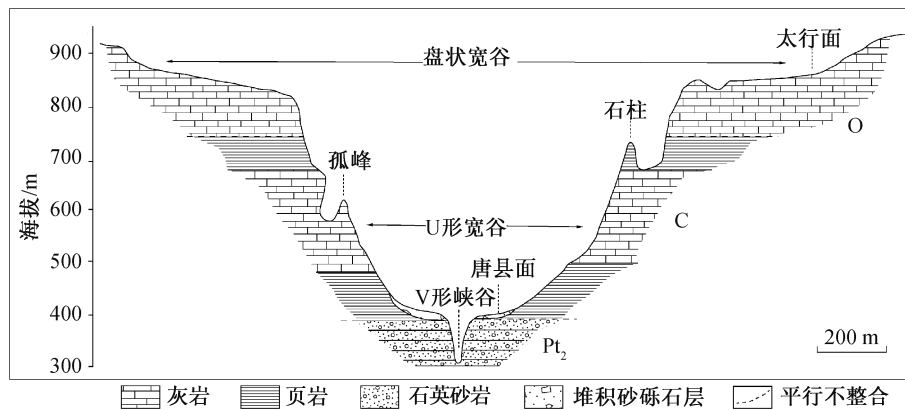


图 5 太行山峡谷横剖面示意图(修改自文献[34])

Fig. 5 Cross section of the canyon in Taihang Mountain area (modified from Ref. [34])

岩与中薄层泥灰岩互层为特征,其底部的侵蚀速率高于中上部基岩,在底部极易形成侵蚀凹槽或穴,从而使上部厚层灰岩或白云岩因失去支撑而在重力作用下发生大规模崩塌。随着多次构造抬升,地层持续崩塌,瀑布高差加大。所以裂点型瀑布的高差与新构造运动的幅度和期次密切相关^[12](图 6)。云台山“云台天瀑”落差高达 314 m,为太行山地区最典型的裂点型瀑布(图 6)。在陵川王莽岭、白石

山、邢台峡谷群、林虑山等其他地区,也发育众多瀑布^[10-11,13,21-22](表 2)。

2.5 岩溶地貌

太行山地区的岩溶洞穴主要发育在白云岩或灰岩地层中,包括寒武系徐庄组和张夏组灰岩、奥陶统马家沟组白云岩等。白云岩或灰岩为可溶性岩层,构造裂隙发育,在地表及地下流水沿着岩层层面、断层和节理裂隙的冲刷溶蚀作用下,发生崩塌,

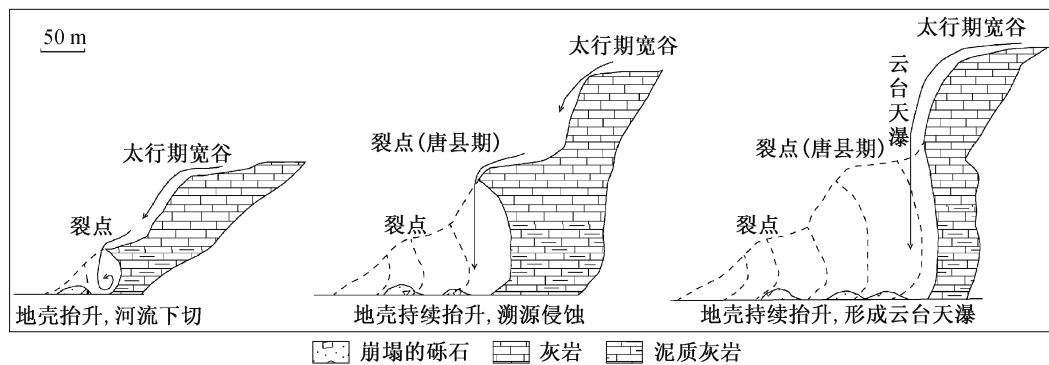


图 6 云台天瀑形成剖面示意图(修改自文献[12])

Fig. 6 Schematic profile of Yuntai waterfall (modified from Ref. [12])

表 2 太行山地区瀑布特征

Table 2 Characteristics of waterfall landform in Taihang Mountain area

| 地点 | 瀑布特征 |
|-------|--|
| 陵川王莽岭 | 勤泉瀑布落差为 340 m, 发育数量众多的叠瀑、跌水和溪潭 ^[13] |
| 白石山 | 十瀑峡瀑布群, 燕山期花岗岩中的三组节理控制现今的十瀑峡瀑布群的形成与发育 ^[21] |
| 邢台峡谷群 | 栖鹰瀑、老龙潭在峡谷中的陡崖石坎处发育形成, 高差为 100 余米 |
| 林虑山 | 黄华瀑布位于黄华谷, 高差高达 80 m; 王相岩瀑布位于石板岩, 高差高达 346 m ^[11] |
| 平顺天脊山 | 天泉瀑最大单级落差为 220 m; 玉龙瀑由南、西两条瀑布组成, 南瀑单级落差大(136 m), 流量小, 属季节性瀑布, 西瀑流量大, 单级落差小(86 m) ^[10] |
| 云台山 | 云台天瀑高差为 314 m, 位于云台山老潭沟内, 发育于寒武系地层形成的陡崖上 ^[22] |

形成岩溶洞穴。野三坡、邢台峡谷群以及王屋山等地区的岩溶地貌较为典型。

野三坡地区的鱼谷洞属于北方半干旱气候岩溶洞穴,长 200 m,宽 10 m,高 0.5~10 m。野三坡区内发育 4 期构造节理,鱼谷洞主要受印支期北西西向剪节理、燕山期和华北期两组北西西向张节理和断层控制,喜马拉雅期构造节理不发育^[35]。

邢台峡谷群中的金水洞,已经开发的旱洞长约 800 m,分为上下两层,水洞长约 500 m。区内发育典型的天生桥和天窗。早期形成的溶洞,因地壳发生抬升而露出地表,先前的洞体变为桥孔,溶洞中溶蚀大厅的顶板塌陷而形成天窗。

王屋山地区内可见三层溶洞,主要出露于河谷两侧,呈悬挂式,且多数溶洞高于当地河水面,其空间展布受断裂控制。将溶洞的高程与太行山的夷平面高程进行对比,推测区内最早溶洞发育时期接近上新世的唐县期。洞穴包括迷宫洞、天仙洞、仙果洞、龙宫洞等,均属于断裂带岩溶洞穴。

3 太行山地质遗迹成因分析

太行山地质遗迹是内力构造运动与外力侵蚀相互作用的结果。嶂石岩地貌与云台地貌的主要成景地层分别是中元古界石英砂岩和早古生界碳酸盐岩,前者主要发育于太行山北部,后者主要发育于太行山南部。虽然地层不同,但石英砂岩和碳酸盐岩均质地坚硬,且抗侵蚀能力强,受构造抬升和流水侵蚀的作用后,形成的地貌均是以甸子梁面和唐县面上发育高山深谷、长崖断壁为特征。

太行山 3 期夷平面的形成与构造抬升运动的 3 个阶段相对应。北台期夷平面在古新世喜马拉雅造山运动第 I 幕中形成,甸子梁期夷平面在中新世早期喜马拉雅造山运动第 II 幕中形成,唐县期夷平面在上新世晚期至更新世喜马拉雅造山运动第 III 幕(新构造运动)中形成^[33,36](表 3)。马寅生等^[32]在云台山地区发现六级河流阶地,形成时间晚于唐县期夷平面,说明更新世晚期至全新世,太行山部分地区再次经历了 6 次相对快速抬升和 6 次相对稳定堆积时期。山体的隆升速度可以通过夷平面和阶地的分布高度和形成年龄计算得出,因此夷平面和阶地记载了太行山地区的隆升信息,对太行山的构造研究具有重要意义。

由于形成于相同的构造环境下,夷平面、峡谷、瀑布、溶洞等地貌在垂向上均有分层分布的特

表 3 太行山地区新生代构造旋回与夷平面对比^[33]
Table 3 Comparison of the cycle of Cenozoic tectonic movement and planation in Taihang Mountain area^[33]

| 地质年代 | | | 同位素年代/Ma | 构造旋回 | 夷平面名称 |
|------|-----|-----|----------|-------------|-------|
| 代 | 纪 | 世 | | | |
| 新生代 | 第四纪 | 全新世 | 0.01 | | |
| | | 更新世 | 2.4 | 喜山运动第 III 幕 | 唐县面 |
| | 第三纪 | 上新世 | 5.4 | | |
| | | 中新世 | 23 | 喜山运动第 II 幕 | 甸子梁面 |
| | | 渐新世 | 32 | | |
| | | 始新世 | 56 | | |
| 中生代 | 白垩纪 | 古新世 | 65 | 喜山运动第 I 幕 | 北台面 |
| | | | | 燕山运动 | |

征,且相互联系。不同期次的夷平面在形成后受到河流切割,发育不同程度的峡谷,其分布和规模受到河流及断裂的控制。盘状谷的谷底常常为甸子梁面,U 形谷的谷底常常为唐县面,现今切割唐县面的是深度为数十米至数百米的 V 形峡谷。此外,区内还广泛发育嶂谷和隘谷。在峡谷中,因之下的软弱岩层被蚀空,坚硬岩层崩塌而形成阶地、裂点和岩坎,从而发育不同类型和规模的瀑布。白云岩和灰岩等可溶性岩层在地表及地下水流溶蚀作用下,形成峰林、峰丛、溶洞等岩溶地貌。岩溶洞穴常常集中在峡谷的谷壁下部或谷肩部位,与夷平面的分布高度接近,峰林、峰丛在峡谷崖壁分布广泛(图 5)。嶂谷和峰林的发育受控于垂直节理的分布,而垂直节理的发育主要受中生代侵入岩影响。夷平面、峡谷景观、瀑布景观、岩溶景观的分布层次和规模均受到该地区构造抬升期次的影响。

因此,新生代以来的构造运动使太行山隆起带和华北裂谷带形成地貌差异,为外力侵蚀塑造提供了条件。不同岩石地层厚度、岩性抗剥蚀以及风化能力的差异,是太行山地区不同地貌的物质基础。中生代岩浆侵入作用形成的垂向节理和新生代隆升导致的伸展作用形成的山前断裂带及不同方向的节理带,对地质地貌景观的形成起控制作用。河流下切、流水侵蚀以及重力坍塌作用是峡谷、瀑布等地貌形成的直接原因。

4 结论

太行山地区地质遗迹主要包括夷平面、峡谷地貌、瀑布地貌、岩溶地貌等,是太行山与华北平原在新生代构造运动的背景下发生差异抬升、沉降,

以岩层厚度和抗剥蚀能力不同的长城系石英砂岩、寒武-奥陶系碳酸盐岩、白云岩、灰岩、泥岩等地质层为基础,受断裂带、节理带控制,在河流的深切作用和水流的侵蚀、溶蚀作用下发生重力坍塌而形成的,是多种地质营力共同作用的结果。各类地质遗迹互相关联,具有明显的分层特征,反映该地区新生代以来抬升演化的多阶段性。本文研究结果有助于太行山地区新生代以来地貌演化的研究。

参考文献

- [1] 吴忱. 论太行山地区旅游风景地貌资源. 地理与地理信息科学, 2001, 17(4): 6-10
- [2] 樊克锋, 杨东潮. 论太行山地貌系统. 长春工程学院学报(自然科学版), 2006, 7(1): 51-53
- [3] 李颖, 陈述刚, 郭友钊, 等. 岩浆活动在太行山地区对峰林、嶂谷地貌形成过程的控制作用. 长春工程学院学报(自然科学版), 2009, 10(1): 81-84
- [4] 李庶波, 王岳军, 张玉芝, 等. 南太行山中新生代隆升过程: 磷灰石裂变径迹证据. 大地构造与成矿学, 2015, 39(3): 460-469
- [5] 庆建春, 季建清, 王金铎, 等. 五台山新生代隆升剥露的磷灰石裂变径迹研究. 地球物理学报, 2008, 51(2): 384-392
- [6] 张蒙, 李鹏霄. 太行山南段主要隆升时期探讨. 国土与自然资源研究, 2014(4): 55-57
- [7] 吴忱, 许清海. 河北省嶂石岩风景区的造景地貌及其演化. 地理研究, 2002, 21(2): 195-200
- [8] 郭康. 嶂石岩地貌之发现及其旅游开发价值. 地理学报, 1992, 47(5): 79-89
- [9] 李菲菲. 野三坡国家地质公园地貌景观的构造分析[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2007: 28-39
- [10] 孙华. 论平顺天脊山国家地质公园地质遗迹类型及评价. 华北国土资源, 2013(6): 59-62
- [11] 张吉献, 田广增. 红旗渠-林虑山国家地质公园景观特征及旅游体系研究. 地质学刊, 2011, 35(1): 99-103
- [12] 贾丽云, 张绪教, 杨东潮, 等. 云台山世界地质公园瀑布成因分类研究. 地球学报, 2012, 33(2): 245-255
- [13] 吴仲华. 对山西陵川王莽岭国家地质公园地质遗迹特征及评价的分析. 华北国土资源, 2014(5): 64-65
- [14] 乔秀夫, 王成述, 马丽芳, 等. 中国地质图集. 北京: 地质出版社, 2001: 85-88
- [15] 牛树银, 陈路, 许传诗, 等. 太行山区地壳演化及成矿规律. 北京: 地震出版社, 1994: 5-14
- [16] 吴忱, 张秀清. 太行山燕山主要隆起于第四纪. 华北地震科学, 1999(3): 1-7
- [17] 孟元库, 汪新文, 陈杰. 太行山新生代构造隆升的地质学证据——来自沁水盆地沁参1井的磷灰石裂变径迹证据. 桂林理工大学学报, 2015, 35(1): 15-28
- [18] 赵汀, 赵逊. 地质遗迹分类学及其应用. 地球学报, 2009, 30(3): 309-324
- [19] 高向楠, 武法东. 王莽岭地质公园旅游资源类型及开发建议. 资源开发与市场, 2011, 27(3): 283-284
- [20] 张忠慧. 山西壶关峡谷国家地质公园地质遗迹保护方法初探. 资源调查与环境, 2012, 33(2): 136-140
- [21] 安广义, 王桂霞, 赵雄伟, 等. 河北涞源白石山国家地质公园地质特征研究. 地学前缘, 2005, 12(4): 410-410
- [22] 樊克锋. 河南焦作云台山世界地质公园资源特色及综合评价. 资源调查与环境, 2004, 25(3): 224-229
- [23] 王兴民, 王佩钰, 朱玉莲, 等. 浅议云台山世界地质公园地质遗迹现状及保护对策. 地质与资源, 2007, 16(2): 150-154
- [24] 颜丽虹, 田明中. 河南王屋山-黛眉山世界地质公园地质旅游开发探析. 资源与产业, 2012, 14(3): 112-117
- [25] 张木辰, 张明礼, 李久飞, 等. 试论王屋山世界地质公园地质构造成因及景观科学价值. 河南理工大学学报(自然科学版), 2009, 28(6): 731-736
- [26] 张忠慧. 云台地貌形成之研究. 西安: 地图出版社, 2002: 2-7
- [27] 郭康. 嶂石岩地貌学术考察研讨会纪要. 人文地理, 1993(4): 74-74
- [28] 郭康, 吴忱, 许清海, 等. 嶂石岩地貌及持续利用问题. 地理与地理信息科学, 1999(4): 31-35
- [29] 钱学溥. 太行期岩溶剥蚀面的发现及地文期的划分. 中国岩溶, 1984(2): 27-33
- [30] 吴忱, 张秀清. 再论华北山地甸子梁期夷平面及早第三纪地文期. 地理与地理信息科学, 1997(3): 39-46
- [31] 龚明权. 新生代太行山南段隆升过程研究[D]. 北京: 中国地质科学院, 2010: 41-66
- [32] 马寅生, 赵逊, 赵希涛, 等. 太行山南缘新生代的隆升与断陷过程. 地球学报, 2007, 28(3): 219-233
- [33] 张丽云, 蔡湛, 李庆辰. 河北省蔚县甸子梁夷平面的科学价值与开发保护. 安徽农业科学, 2011, 39(11): 6661-6664
- [34] 贾丽云, 张绪教, 杨东潮, 等. 河南云台山世界地质公园红石峡谷形成年代研究. 地球学报, 2014, 35(5): 635-642
- [35] 梁定益, 赵崇贺, 聂泽同, 等. 河北省涞水县野三坡国家地质公园: 地质遗迹的地质意义和4期节理的导控作用. 地质通报, 2005, 24(2): 189-195
- [36] 罗照华. 太行山造山带岩浆活动及其造山过程反演. 北京: 地质出版社, 1999: 97-100