

山西王莽岭国家地质公园地貌景观特征及其成因研究

张 蕾^{1,2)}, 张绪教^{1)*}, 武法东¹⁾, 田 珺¹⁾, 何泽新¹⁾, 于 航¹⁾,
王春林³⁾, 刘江红³⁾

1) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

2) 国土资源实物地质资料中心, 河北三河 065201; 3) 山西陵川县国土资源局, 山西陵川 048300

摘 要: 王莽岭国家地质公园位于太行山南段, 地质遗迹资源丰富、类型多样, 具有重要的美学及科学价值。本文以王莽岭地质公园为研究区, 通过野外调查并依据地质遗迹的成因、形态及规模、自然属性及分布特征, 将地质遗迹资源划分为地貌景观、沉积构造、构造形迹、古生物化石四类, 系统地研究了峡谷、岩溶、夷平面、河流阶地、瀑布等地貌的成因, 为太行山的形成演化研究提供了资料, 对提升研究区地质遗迹资源的科学价值具有重要意义。

关键词: 王莽岭; 地质公园; 地质遗迹; 地貌景观; 新构造运动

中图分类号: P931.2; P931.5 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2014.03.14

Characteristics and Genesis of Landscapes in Wangmangling National Geopark, Shanxi Province

ZHANG Lei^{1,2)}, ZHANG Xu-jiao^{1)*}, WU Fa-dong¹⁾, TIAN Jun¹⁾, HE Ze-xin¹⁾, YU Hang¹⁾,
WANG Chun-lin³⁾, LIU Jiang-hong³⁾

1) School of Earth sciences and Resources, China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083;

2) Cores and Samples Center of Land and Resources, Sanhe, Hebei 065201;

3) Lingchuan Bureau of Land and Resources, Lingchuan, Shanxi 048300

Abstract: Rich and diverse types of geoheritage resources are distributed in Wangmangling National Geopark in the south of the Taihang Mountain, which are of great aesthetic and geoscientific value. Based on field investigation and studies of genesis, shapes, scales, natural properties and distributions of geoheritage resources, the authors have divided the geoheritage resources into four categories, i.e., landscapes, sedimentary structure, tectonic deformation and dinosaur fossil. This paper deals in detail with the genesis and evolutions of landscapes in the area, such as canyon, karst, planation surface, fluvial terrace and waterfall. The results have great significance in promoting the scientific value of the geological heritage of Wangmangling National Geopark and provide lots of materials for the study of the evolution of the Taihang Mountain.

Key words: Wangmangling; geopark; geoheritage resources; landscape; neotectonic movement

地质遗迹是在地球形成、演化的漫长地质历史时期, 受各种内、外动力地质作用遗留下来的自然产物, 它不仅是自然资源的重要组成部分, 更是十分珍贵、不可再生的地质自然遗产。地质遗迹由地貌景观、沉积构造、地层剖面、构造形迹及古生物化石等组成, 其中地貌景观在地质遗迹中占据主导

地位, 具有一定的美学价值及旅游价值(张蕾等, 2012)。新构造运动控制着地貌景观的形成和发展演化, 而呈层状梯级分布的地貌景观是对新构造运动的特殊响应, 故地貌景观具有较高的科学研究价值。王莽岭国家地质公园发育了一系列与构造运动相伴生的地貌景观, 它们在垂向上有规律分布,

本文由国家财政部与国土资源部“2011 年国家级地质遗迹保护”项目(编号: 1212010712910)资助。

收稿日期: 2013-02-25; 改回日期: 2013-08-22。责任编辑: 魏乐军。

第一作者简介: 张蕾, 女, 1988 年生。硕士, 助理工程师。主要从事地貌与新构造运动方面研究。E-mail: zhanglei871126@126.com。

*通讯作者: 张绪教, 男, 1964 年生。博士, 副教授。主要从事地貌与第四纪地质、新构造运动的教学及科研工作。通讯地址: 100083, 北京市海淀区学院路 29 号。电话: 010-82322082。E-mail: zhangxj@cugb.edu.cn。

一方面可以很好地指示区域新构造运动的幅度、期次,另一方面可以反演太行山地区形成演化过程,对该地质公园科学价值的提升、科普工作的推进及区域旅游、经济的发展具有重要意义。

1 地质公园概况

1.1 行政区划及交通概况

王莽岭国家地质公园位于山西省陵川县东南部,地理坐标为 $113^{\circ}19'53''$ — $113^{\circ}38'28''$ E、 $35^{\circ}30'20''$ — $35^{\circ}44'25''$ N,面积 117.33 km^2 ,行政区划属山西省晋城市陵川县。北与长治县,西与高平市、泽州县毗邻,东、南以太行山为界分别与河南辉县、修武县接壤(图 1)。该地质公园于 2009 年 8 月通过国土资源部评审,获得国家地质公园建设资格,不但使地质遗迹资源得到更好的保护和利用,而且还可挖掘其潜在的科学价值及旅游价值,为地方旅游业和经济发展做出贡献(张国庆等, 2009)。

1.2 区域地质概况

研究区出露地层由老到新依次为:新太古界、中元古界长城系、下古生界寒武系—奥陶系及新生界第四系。其中岩性以灰岩、白云岩为主的寒武系、奥陶系和以亚砂土、亚粘土为主的第四系在区内广泛出露,而新太古界变质岩(斜长角闪岩、黑云母变粒岩、片麻岩)、中元古界长城系石英砂岩的分布面积较小。

中晚元古代,华北地台构造活动性较弱,大部分地区处于稳定的滨浅海相沉积环境,接受长城系滨浅海相碎屑岩类沉积。中生代以来,区内构造变形表现为一系列不同方向、不同性质、不同期次的

脆性断裂和褶皱变形,在太行山南侧山前形成了一系列近东西向、北东向断裂褶皱组合,陵川县即位于中生代形成的太行山复背斜西翼,总体构造轮廓清楚,构造线呈北东向。新生代以来喜马拉雅构造运动十分活跃,以地壳间歇性抬升为主要运动形式,造就了研究区现今的地貌景观和水系格局。

研究区内出露岩浆岩面积较小,分布在东南部与河南省交界地带,属太古代深成侵入体,岩性以黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩为主,含斜长角闪岩包体。

2 地貌景观特征

王莽岭国家地质公园地质遗迹类型丰富、分布广泛、规模宏大、特征鲜明,根据前人地质遗迹的分类方案(李明路, 2000; 赵汀等, 2009),结合研究区地质遗迹的形态、规模、自然属性及分布特征,将地质遗迹类型划分为地貌景观、沉积构造、构造形迹、古生物化石四类。地貌景观是地质遗迹的重要组成部分,具有较高的美学价值、旅游价值及科学价值。因此,本次研究详细调查了王莽岭国家地质公园中地貌景观的形态及规模、分布特征,尤其是构成园区主体部分并与新构造运动伴生的夷平面、峡谷(红豆杉峡谷、锡崖沟峡谷)、岩溶(峰丛、黄围灵湫洞)、瀑布(小壶口瀑布、黑龙瀑、锡崖沟飞瀑)等造景地貌的特征,用以探讨各类地貌景观的成因、演化过程及区域新构造运动幅度、期次等科学问题。

2.1 夷平面

王莽岭地区存在两期夷平面,分别是形成于渐新世的太行期夷平面和形成于上新世的唐县期夷平面,不同期次夷平面的地貌形态、分布的海拔高度及位置、发育的古岩溶地貌有所不同。

王莽岭园区海拔 $1400\sim 1600\text{ m}$ 附近大面积展布的平坦地形面为太行期夷平面(图版 I-1),该夷平面总体倾向西,倾角为 3° 左右,发育于奥陶系马家沟组二段灰岩中,其上分布着大规模的岩溶峰丛地貌,并可见灰岩裂隙中充填残积红土。太行期夷平面之下发育古宽谷,谷坡上部以岩性较硬的白云岩、白云质灰岩、灰岩为主,抗侵蚀能力相对较强,易发生重力崩塌,故坡度较陡,而下部是以岩性较软的泥质灰岩为主的谷坡,抗蚀能力相对较弱,易被流水剥蚀,加之上部的崩积物覆盖其上,坡度较缓。古宽谷之下是气势宏伟的大峡谷,该峡谷深约 300 m ,宽约几米至几十米不等,发育于元古界褐红色石英砂岩中,形成了独特的赤壁丹崖景观,构成了王莽岭园区一道独特的风景线(图 2)。

陵川至晋城公路一带海拔 1100 m 左右存在唐

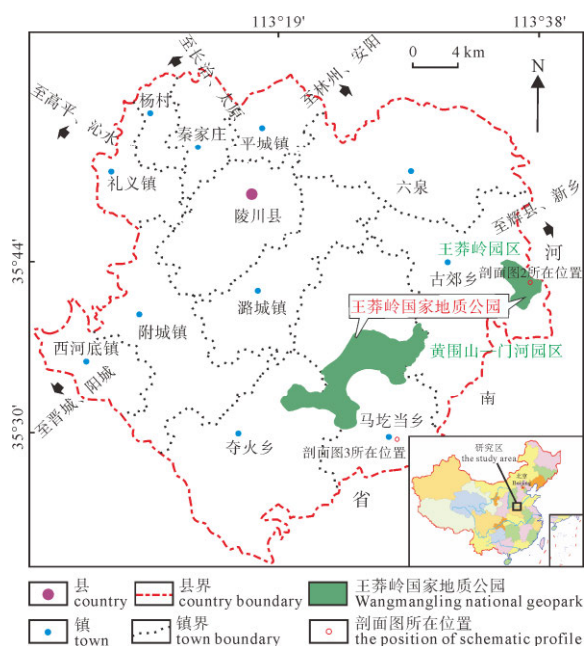


图 1 王莽岭国家地质公园地理位置图

Fig. 1 Location of Wangmangling National Geopark

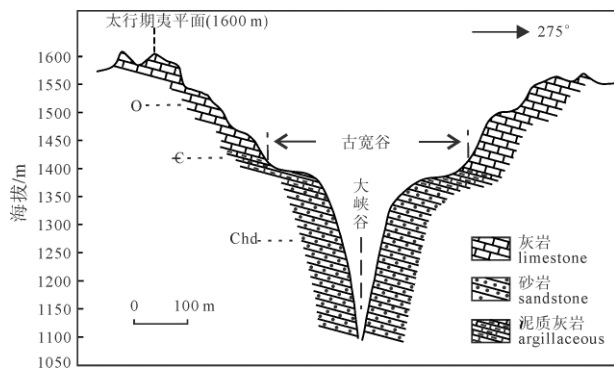


图2 王莽岭园区地貌剖面示意图

Fig. 2 Schematic profile of landscapes in Wangmangling

县期宽谷面, 该宽谷面分布在太行期夷平面的山麓地带, 附近有较多的残积红土, 它们充填在灰岩、白云质灰岩的裂隙中, 基岩已不同程度风化。由于唐县期夷平面形成后, 地壳连续抬升、河流强烈下切, 导致该夷平面被流水切割破坏严重, 在野外未见到较为典型的唐县期夷平面观察点, 但根据陵川至晋城公路一带所见到的大面积残积红土和王莽岭地区 DEM 剖面图所显示的地形面特征, 判断该处应为唐县期宽谷-山麓面。

2.2 峡谷地貌

王莽岭国家地质公园峡谷地貌景观丰富, 高差在 100~300 m 的悬崖峭壁比比皆是, 有发育于元古界褐红色石英砂岩中的锡崖沟大峡谷, 还有发育于下古生界寒武系—中奥陶系马家沟组地层中的红豆杉大峡谷、十里河大峡谷、门河峡等。这些峡谷地貌占园区面积的 25% 左右, 具有“雄、奇、秀、险、幽”的景观特征, 构成了研究区主要的造景地貌。

红豆杉大峡谷长约 32 km, 蜿蜒曲折, 形成“之”字形峡谷, 由于气候温暖湿润, 峡谷内生长了数万棵国家一级保护植物——红豆杉, 峡谷由此得名。该峡谷高差 100~400 m, 谷底宽度一般数十米至百余米, 崖壁基岩以鲕粒灰岩为主, 产状近水平(图版 I-2)。峡谷中现代河流水量一般, 一些河段的河漫滩基岩裸露, 砾石磨圆程度一般。河道两岸偶见 2 级河流阶地, 一级阶地(T_1)为堆积阶地, 阶坡由粘土质粉砂、细砂、砾石组成, 拔河约 5 m; 二级阶地(T_2)为基座阶地, 拔河约 27 m。河床中发育 3 级裂点, 一级裂点高出河床约 2 m, 裂点处存在截弯取直现象; 二级裂点高出河床 2~3 m, 裂点处发育壶穴; 三级裂点高出河床约 6 m, 形成小壶口瀑布。

锡崖沟谷中谷上部是高差 500~600 m 的岩溶峡谷, 谷底出露寒武系馒头组页岩, 峡谷宽缓、平直, 而下部是发育于长城系褐红色石英砂岩中的嶂谷,

谷深约 300 m, 宽几米至几十米不等, 谷壁陡直、谷底深邃, 崖壁多处飞瀑悬挂, 气势恢宏(图版 I-3)。

2.3 岩溶地貌

本区岩溶地貌包括地表岩溶(峰丛、孤峰、溶沟、石芽、落水洞)和地下岩溶(岩溶洞穴及其内部石笋、石幔、石柱、石钟乳等)两类。峰丛、溶沟、石芽、落水洞等地表岩溶地貌主要分布于王莽岭园区, 且以太行期夷平面上大面积发育的峰丛地貌为代表, 而垂向上成层分布的灵湫洞、牛鼻洞、怪窟窿等岩溶洞穴主要分布于黄围山—门河园区, 其中规模较大、发育程度较高的灵湫洞较为典型。

王莽岭园区山顶平台处, 可见到岩溶作用初期形成的小型溶沟、石芽, 还可见到溶蚀作用达一定程度形成的平面上呈圆形的落水洞, 其外壁垮落后只留下半圆形内凹柱状岩壁, 高数十米至上百米, 直径 5~20 m。高差 700~800 m 形态各异的岩溶峰丛, 它们下部尚有未完全分离的基座相连, 极目远眺, 仙驼峰巍峨矗立于山峦之间, 好似一匹昂首阔步的神驼(图版 I-4)。

黄围山—门河园区的灵湫洞现今海拔 1211 m, 溶洞发育于马家沟组灰白色厚层角砾状灰岩中, 洞穴沿岩层的层面和节理扩展, 形成厅堂式洞体, 产状为 $170^\circ \angle 24^\circ$, 面积约 4000 m^2 , 体积约 17400 m^3 (图版 I-5)。洞内类型丰富的次生化学沉积物主要有滴水沉积(石笋、石钟乳、石柱)、流水沉积(石幔、石帘)、凝结水沉积(石瘤、石葡萄)。溶洞最高处发育高约 18 m 的落水洞, 表面形态与漏斗相似, 是灵湫洞形成后, 流水沿垂直裂隙进行溶蚀、冲蚀并伴有重力垮塌作用的产物, 洞口下方堆积有地表水携带进来的泥沙、砾石和红土。

2.4 河流阶地

通过大磨河至平甸河河流阶地的详细调查及河谷横、纵剖面图的绘制, 笔者认为这两条河流均发育 4 级河流阶地, 其中大磨河两岸保留 2 级阶地, 平甸河两岸保留 4 级阶地。

由于红豆杉大峡谷所在地区构造抬升运动频繁, 大磨河下切作用强烈, 河流在原有河曲形态的基础上深切至基岩形成深切河曲, 使河流阶地破坏严重, 故大磨河两岸的河流阶地保留较少, 一般在河床凸岸偶见两级阶地, 一级阶地(T_1)拔河约 3 m, 为堆积阶地, 阶坡由粘土质粉砂、细砂及砾石组成。二级阶地(T_2)拔河约 27 m, 为基座阶地, 阶坡由基岩及粉砂、细砂、砾石组成, 基岩以灰岩为主, 产状近于水平; 而平甸河位于大磨河流出红豆杉大峡谷地段, 该地区构造运动不如前者强烈, 一般保留 4 级河流阶地(图 3), 一级阶地(T_1)拔河 5 m 左右, 为

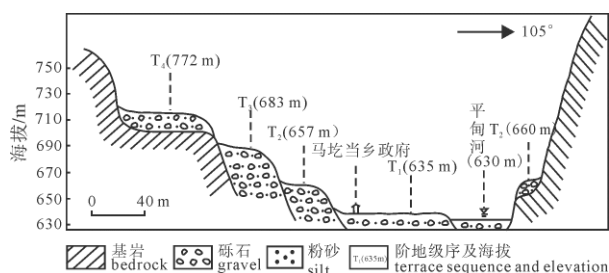


图3 王莽岭地区马圪当乡平甸河河谷横剖面示意图
Fig. 3 Magedang terrace profile of the Pingdian River in Wangmangling area

堆积阶地, 现已被改造为公路或庄稼地。二级阶地(T_2)拔河 25 m 左右, 一般为堆积阶地, 阶坡的砾石分选及磨圆程度较高, 定向排列明显。三级阶地(T_3)拔河约 45 m, 一般为堆积或基座阶地, 基座阶地的阶坡由基岩及粘土质粉砂、细砂、砾石组成, 基岩以灰岩、白云质灰岩为主, 产状近水平。四级阶地(T_4)拔河约 80 m, 为基座或侵蚀阶地, 在土双村的 T_4 阶坡可见到钙质胶结紧密的角砾灰岩。

2.5 瀑布

王莽岭国家地质公园的瀑布主要分布于黄围山一门河园区, 根据瀑布成因分类原则(贾丽云等, 2012), 将研究区瀑布按照成因分为四类: 裂点型瀑布、侵蚀型悬瀑、岩槛型瀑布、人工型瀑布。裂点型以落差约 6 m 的小壶口瀑布为代表, 该瀑布形态上前缘呈弧状弯曲, 由两处高差为 1 m 的台阶构成, 每级台阶由软硬相间的页岩、灰岩组成, 由于页岩的抗蚀能力相对较弱, 在流水作用下首先被侵蚀殆尽, 故该处河床的横剖面和纵剖面均呈台阶状(图版 I-6)。锡崖沟大峡谷的谷壁上悬挂有较多的侵蚀型悬瀑, 该类型瀑布发育于元古界褐红色石英砂岩的地层中, 水流均为近东西向, 落差较大, 气势宏伟(图版 I-7); 黄围山一门河园区的黑龙瀑是一处落差达 8 m 的岩槛型瀑布, 陡坎处基岩以中薄层灰岩为主, 而河床基岩以泥质灰岩为主。瀑布正下方的黑龙潭是流水冲蚀基岩形成的深潭, 平面上呈椭圆形, 深约 10 m、宽约 40 m、长约 80 m, 进一步加大了瀑布的落差(I-8)。

3 地貌景观成因分析

现今, 关于王莽岭国家地质公园的研究仅限于客源市场分析(赵霞, 2011)和旅游资源类型及开发建议(高向楠等, 2011)两方面, 而在科学研究方面, 特别是不同成因类型地貌景观的形成机制、发展演化、形成年代及新构造运动对造景地貌的控制作用等方面尚未进行深入探讨。故本次研究以园区主要的地貌景观为研究对象, 重点分析它们的成因及演化过程, 以提升王莽岭国家地质公园的科学价值。

3.1 夷平面分析

夷平面是在长期地壳相对稳定过程中, 由广泛的夷平作用形成的, 以截断面形势横切一切老地层和构造的、接近侵蚀基准面的、平缓的地表形态, 其上有风化壳或其他碎屑堆积, 常遭受后期的抬升切割和埋藏, 分布于地球各纬度带(任雪梅等, 2003)。夷平面的发育代表了地壳经历相当长时间的稳定阶段, 它的解体又代表了地壳大范围的构造运动抬升。因此, 夷平面的存在指示了较大尺度的构造旋回, 而多级夷平面的存在则指示了多次构造稳定与抬升的交替, 具有重要的构造指示意义。

一些学者认为太行山南段存在 3 期夷平面(吴忱等, 1996; 马寅生等, 2007), 分别是北台期夷平面、太行期夷平面、唐县期宽谷-山麓面。其中北台期夷平面形成于白垩纪末, 主要分布在海拔 1800~2200 m 处; 太行期夷平面形成于渐新世, 分布于北台期夷平面的外围, 海拔 1500~1600 m; 唐县期夷平面形成于上新世, 分布于山麓地带, 海拔高度范围较广。由于本研究区处于太行山强烈隆升地段, 之前形成的北台期夷平面经历了喜马拉雅构造运动的 I、II、III 幕, 被河流切割破坏严重, 故在野外未观察到北台期夷平面或蚀余山, 而本次研究通过野外调查和室内 DEM 剖面图验证, 判断该区存在太行期夷平面和唐县期夷平面。

3.1.1 太行期夷平面

王莽岭地区 1400~1600 m 附近存在一个大面积分布的平坦地形面, 根据该地形面的空间展布、海拔高度及发育的古岩溶地貌、残积红土, 并通过王莽岭地区 DEM 剖面图验证分析(图 4), 判断该地形面是该区存在的最老一级夷平面——太行期夷平面。该期夷平面形成于渐新世末, 其发展演化过程为: 始新世末—渐新世地壳进入喜马拉雅构造运动第 I 幕结束后的相对稳定时期, 构造运动趋于宁静, 河流以侧方侵蚀作用为主, 将一切老地层、老构造全部剥蚀夷平形成较大范围的准平原, 随后发生的喜马拉雅构造运动第 II 幕、第 III 幕, 使之前形成的准平原被抬升至现今 1600 m 的高度, 最终形成太行期夷平面。

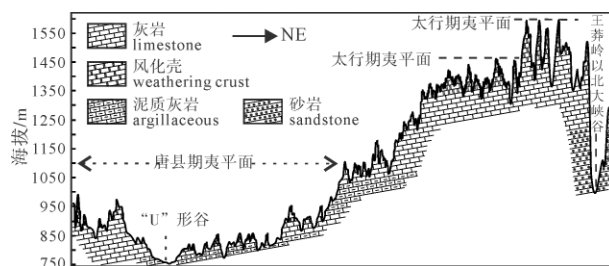


图4 王莽岭地区 DEM 剖面图
Fig. 4 DEM profile in Wangmangling area

3.1.2 唐县期夷平面

太行山南段王莽岭地区 DEM 剖面图中(图 4), 海拔 1400~1600 m 附近可观察到山峰的峰顶几乎处于同一高度, 该处即是大规模展布的太行期夷平面。太行期夷平面的山麓地带, 即陵川至晋城公路一带海拔约 1100 m, 可观察到一个内部发育“U”形谷的古宽谷面, 在野外可见到该处分布有残积红土, 周围还可见到不同程度风化的灰岩、白云质灰岩, 岩石表面发育岩溶作用形成的纵向裂隙。根据以上这两方面证据, 判断该处应为形成于上新世的唐县期宽谷面。唐县期夷平面经历了第四纪以来的多次间歇性抬升运动, 在河流强烈地溯源侵蚀过程中被破坏殆尽, 只残留了在当时湿热气候、构造稳定条件下发育的红土风化壳及古岩溶痕迹, 故野外未见到较好的唐县期夷平面观察点, 但通过观察到的残积红土及强烈风化的基岩, 加之区域 DEM 剖面图的验证, 笔者认为王莽岭地区存在唐县期宽谷-山麓面。

3.2 锡崖沟峡谷成因

峡谷地貌的形成受到岩性、新构造运动、河流侵蚀及重力崩塌作用等因素控制。锡崖沟峡谷的形成主要受两个因素的控制, 一是太行山的快速隆升, 二是元古代褐红色石英砂岩。新生代以来, 地壳长期处于抬升状态, 河流下切作用非常强烈, 同时由于石英砂岩非常坚硬, 流水下切作用过程中, 下蚀作用导致的河谷加深速率远远大于侧蚀作用拓宽河谷的速率, 从而形成河谷深度远大于宽度的峡谷地貌。因此, 新构造运动对峡谷地貌的控制作用占主导地位, 控制着峡谷的总体形态, 加上岩性、河流侵蚀及重力崩塌作用等因素的共同作用, 形成了今天蔚为壮观的锡崖沟大峡谷。

3.3 黄围灵湫洞成因

灵湫洞位于黄围山—门河园区海拔 1211 m 处, 它是研究区内规模最大、发育程度最高的岩溶洞穴, 通过对灵湫洞的海拔、规模及其内部发育程度方面的调查, 笔者认为灵湫洞形成于中更新世早期(约 560~300 Ka 期间), 该段时期内中国经历了长达 220 Ka 温暖湿润的高温期, 只有在相当长时间的地壳稳定及气候暖湿的条件下, 才能形成如此大规模的溶洞, 并探讨了它的形成过程: 中更新世早期, 地壳处于相对稳定状态, 且气候温暖湿润, 岩溶作用较强, 灵湫洞开始沿水平方向发育。在洞穴形成的早期阶段, 丰富的地下水沿岩石裂隙渗透至隔水层后, 沿潜水面呈水平状流动, 溶蚀、冲蚀、搬运能力强, 是成洞的主要阶段, 地下水将地表的粘土物质带进洞穴内堆积, 故在洞底沉积了含岩石碎屑的红色粘土层, 洞穴形成的晚期阶段, 地下水位降低,

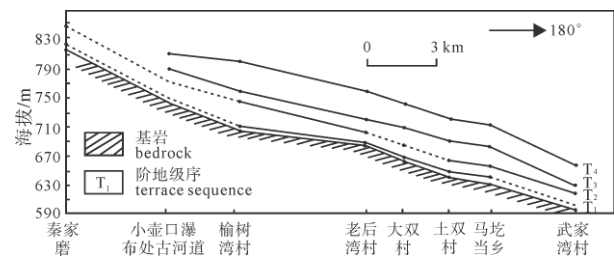


图 5 王莽岭地区大磨河至平甸河河流阶地相图

Fig. 5 Longitudinal profile of fluvial terraces along Damo-Pingdian River in Wangmangling area

洞体上部地下水以垂直渗流为主, 该阶段为重力滴水化学沉积阶段, 首先在粘土层上形成钙板, 之后在其上形成形态各异的石笋、石钟乳等次生化学沉积物, 至此灵湫洞形成。中更新世中期之后, 灵湫洞经历了多次间歇性构造抬升运动, 最终被抬升至海拔 1200 m 的高度。

3.4 河流阶地分析

地壳上升引起河流下蚀作用加剧, 使之前的河漫滩超出一一般洪水位, 呈阶梯状悬挂于河谷谷坡上。河流阶地的发育和变形特征对构造活动的反应较敏感, 对地壳的间歇性抬升有较好的指示作用。因此, 应用阶地资料分析区域构造演化是较为可靠的研究方法。

通过对研究区大磨河至平甸河河流阶地相图的绘制(图 5), 确定了研究区发育 4 级河流阶地, 它们在垂向上的分布指示了王莽岭地区第四纪以来经历的 4 次间歇性抬升运动, 其中第一次构造抬升运动的幅度较大, 而最后一次抬升幅度较小。在区域整体构造抬升的背景下, 不同河段的新构造运动存在明显差异: 由于秦家磨—榆树湾村地段位于红豆杉大峡谷中, 该处构造运动强烈, 河流深切至基岩, 致使该河段现代河床坡降较大; 马圪当乡附近存在反倾斜地段, 该处发育的四级阶地及现代河床均发生上拱变形, 说明马圪当乡一带在整体隆升背景下伴随地壳的局部隆起, 且这种变形特征一直持续到现在。

3.5 瀑布成因

王莽岭国家地质公园发育有众多规模不等、成因多样的瀑布景观, 为瀑布的成因分类提供了很好的素材。根据园区瀑布成因类型的不同, 将其划分为裂点型瀑布(小壶口瀑布)、岩槛型瀑布(黑龙瀑)、侵蚀型悬瀑(锡崖沟飞瀑)、人工型瀑布四类, 不同成因类型的瀑布, 其构造运动意义不完全相同。由于岩槛型瀑布及侵蚀型悬瀑在园区中分布较少, 因此, 本次研究主要对裂点型瀑布进行了成因分析。

河流侵蚀基准面下降引起河流下切与溯源侵蚀, 溯源侵蚀所达到的那一段河床纵向上的地貌陡坎或坡折称为裂点(曹伯勋, 1995), 裂点型瀑布是由

裂点导致河床落差增加而形成的瀑布。该类型瀑布在垂向上有规律的分布与新构造运动及溯源侵蚀作用密切相关,是反演新构造运动期次及溯源侵蚀强度的证据。

前人认为太行山和燕山一带大河的深切曲流是在上新世曲流宽谷基础上深切形成的(吴忱等, 1999),大磨河深切河曲反映了第四纪以来该区发生构造抬升运动,导致河流溯源侵蚀,在河床中形成了拔河约 6 m 的裂点,裂点处流水作用较强,加之该处河床岩性以中厚层灰岩夹薄层页岩为主,页岩抗蚀能力相对较弱首先被侵蚀殆尽,使得河床的纵向和横向上均呈现台阶状,河水顺阶流下形成瀑布,由于河流主流线靠近河谷中间,在河流侵蚀过程中,河谷中间部位易先被剥蚀崩塌,故小壶口瀑布在形态上呈弧状弯曲。

4 结论与讨论

本文通过对王莽岭国家地质公园的区域地质背景、区内地质遗迹特征及地貌景观的成因、发展演化及与新构造运动关系方面的详细地野外调查及综合研究,主要结论如下:

(1)本区存在 2 期夷平面,分别是太行期夷平面和唐县期宽谷-山麓面。研究区发育的峰丛地貌与太行期夷平面同时期形成,而峡谷、灵湫洞、河流阶地、瀑布等造景地貌是唐县期宽谷面解体之后形成的,可以说夷平面形成和解体过程中所经历的外界风化剥蚀和新构造运动对各类地貌景观的形成发展起着决定性作用,因此,夷平面期次的确定为研究地貌的成因、演化过程和形成年代提供了重要的科学依据。

(2)根据平甸河阶地位相图的特征,指出王莽岭地区第四纪以来经历了 4 次间歇性构造抬升运动,且第一次抬升幅度最大,并以马圪当乡附近现代河床发生上拱变形为特征,指示该区在整体抬升过程中,伴随有地壳的上拱。

(3)将园区众多瀑布进行成因学分类,并探讨了与新构造运动密切相关的小壶口瀑布(裂点型瀑布)成因,不但有利于瀑布资源潜在价值的开发利用,而且还有利于园区造景地貌科学价值的提升。

总之,本文依据王莽岭国家地质公园的地质遗迹特征,将其分为地貌景观、沉积构造、构造形迹、古生物化石四类,深入探讨了以夷平面、锡崖沟峡谷、灵湫洞、河流阶地、小壶口瀑布为代表的各类造景地貌的成因、形成年代及与新构造运动的关系,最终确定王莽岭地区发育 2 期夷平面和 4 级河流阶地,第四纪以来该区经历了 4 次间歇性构造抬升运动,且以伴随地壳的上拱变形为特征,为研究区乃

至太行山地区的形成演化研究提供了科学依据。

参考文献:

- 曹伯勋. 1995. 地貌学及第四纪地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社: 50-51.
- 高向楠, 武法东. 2011. 王莽岭地质公园旅游资源类型及开发建议[J]. 资源开发与市场, 27(3): 283-288.
- 贾丽云, 张绪教, 杨东潮, 周轶群, 樊克锋, 张晋喆, 王兴民, 宫程. 2012. 瀑布的成因分类研究——以云台山世界地质公园为例[J]. 地球学报, 33(2): 245-255.
- 李明路, 姜建军. 2000. 论中国的地质遗迹及其保护[J]. 中国地质, 6: 31-34.
- 马寅生, 赵逊, 赵希涛, 吴中海, 高林志, 张岳桥, 赵汀, 吴珍汉, 杨守政. 2007. 太行山南缘新生代的隆升与断陷过程[J]. 地球学报, 28(3): 219-233.
- 任雪梅, 陈忠, 罗丽霞, 周心琴, 王建力. 2003. 夷平面研究综述[J]. 地理科学, 23(1): 107-111.
- 吴忱, 张秀清, 马永红. 1996. 华北山地地貌面与新生代构造运动[J]. 华北地震科学, 14(4): 40-50.
- 吴忱, 张秀清, 马永红. 1999. 太行山燕山主要隆起于第四纪[J]. 华北地震科学, 17(3): 1-7.
- 张国庆, 贺秋梅, 田明中, 李一飞, 郑妍. 2009. 河北兴隆地质遗迹类型、成因及其价值评价[J]. 资源与产业, 11(2): 41-45.
- 张蕾, 张绪教. 2012. 全国地质遗迹调查应加强景观地貌调查及科学研究[C]//中国地质学会旅游地质与地质公园研究分会第 26 届年会暨金丝峡旅游发展研讨会论文集: 53-58.
- 赵汀, 赵逊. 2009. 地质遗迹分类学及其应用[J]. 地球学报, 30(3): 309-324.
- 赵霞. 2011. 山西王莽岭景区国内客源市场分析及定位研究[J]. 河南机电高等专科学校学报, 19(4): 36-52.

References:

- CAO Bo-xun. 1995. Geomorphology and Quaternary Geology[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press: 50-51(in Chinese).
- GAO Xiang-nan, WU Fa-dong. 2011. Types of Tourism Resource and Development Suggestions of Wangmangling National Geopark[J]. Resource Development & Market, 27(3): 283-288(in Chinese with English abstract).
- JIA Li-yun, ZHANG Xu-jiao, YANG Dong-chao, ZHOU Yi-qun, FAN Ke-feng, ZHANG Jin-zhe, WANG Xing-min, GONG Cheng. 2012. Genetic Classification of Waterfalls in Yuntai Mountain World Geopark[J]. Acta Geoscientica Sinica, 33(2): 245-255(in Chinese with English abstract).
- LI Ming-lu, JIANG Jian-jun. 2000. The characteristic and protection of geoheritage resources in China[J]. Geology in China, 6: 31-34(in Chinese with English abstract).
- MANG Yin-sheng, ZHAO Xun, ZHAO Xi-tao, WU Zhong-hai, GAO Lin-zhi, ZHANG Yue-qiao, ZHAO Ting, WU Zhen-han, YANG Shou-zheng. 2007. The Cenozoic Rifting and Uplifting Process on the Southern Margin of Taihangshan Uplift[J].

Acta Geoscientica Sinica, 28(3): 219-233(in Chinese with English abstract).

REN Xue-mei, CHEN Zhong, LUO Li-xia, ZHOU Xin-qin, WANG Jian-li. 2003. Summary on the Study of Planation Surface[J]. Scientia Geographica Sinica, 23(1): 107-111(in Chinese with English abstract).

WU Chen, ZHANG Xiu-qing, MA Yong-hong. 1996. The upland morphologic surface and neozoic tectonic movement in north China[J]. North China Earthquake Sciences, 14(4): 40-50(in Chinese with English abstract).

WU Chen, ZHANG Xiu-qing, MA Yong-hong. 1999. The Taihang and Yan Mountains rose mainly in Quarteranary[J]. North China Earthquake Sciences, 17(3): 1-7(in Chinese with English abstract).

ZHANG Guo-qing, HE Qiu-mei, TIAN Ming-zhong, LI Yi-fei, ZHENG Yan. 2009. Types, Genesis and values of geological heritages in Xinglong County[J]. Resources & Industries, 11(2): 41-45(in Chinese with English abstract).

ZHANG Lei, ZHANG Xu-jiao. 2012. Investigation and scientific research of landforms should be strengthened in the national geological survey[C]//The research branch of geological society of China tourism geology and geopark of the twenty-sixth annual meeting symposium: 53-58(in Chinese).

ZHAO Ting, ZHAO Xun. 2009. Geoheritage Taxonomy and Its Application[J]. Acta Geoscientica Sinica, 30(3): 309-324(in Chinese with English abstract).

ZHAO Xia. 2011. The Analysis and Positioning of the National

Tourist Market of Mt. Wangmang Scenery Spot[J]. Journal of Henan Mechanical and Electrical Engineering College, 19(4): 36-52(in Chinese with English abstract).

图版说明

图版 I Plate I

- 1-太行期夷平面;
- 2-红豆杉大峡谷;
- 3-锡崖沟大峡谷;
- 4-仙驼峰;
- 5-灵湫洞;
- 6-小壶口瀑布(裂点型瀑布);
- 7-锡崖沟悬瀑(侵蚀型悬瀑);
- 8-黑龙瀑(岩槛型瀑布)

- 1-Taihang stage planation surface;
- 2-Hongdoushan Canyon;
- 3-Xiyagou Canyon;
- 4-Hump Peak;
- 5-Lingqiu Cave;
- 6-Xiaohukou waterfall (knick-point waterfalls);
- 7-Xiyagou cliff Hanging waterfall (erosion waterfalls);
- 8-Heilong waterfall(threshold waterfalls)

图版 I Plate I

