

# 河北省天桂山典型溶洞景观成因类型

王健<sup>1,2</sup>, 陈琢<sup>1</sup>, 张梅平<sup>1</sup>, 黄华芳<sup>1,2</sup>\*

(1. 河北师范大学, 河北 石家庄 050016; 2. 河北省环境演变与生态建设实验室, 河北 石家庄 050016)

**摘 要:** 河北省天桂山地区的喀斯特洞穴集中分布在早古生代寒武纪 - 奥陶纪碳酸盐岩地层中, 多沿 NW - SE、NE - SW 和近 S - N 断裂发育。受第四纪间歇性构造抬升影响, 溶洞具有成层分布特点。以溶洞景观类型为基础, 将该区溶洞分为侵蚀型和堆积型两大类, 分别以银河洞和珍珠洞为代表, 前者多发育各种窝穴、流痕、边槽等侵蚀及坍塌景观, 后者则发育各种化学堆积景观。研究溶洞景观成因类型及特征对于天桂山旅游资源的合理开发和保护具有重要指导意义。

**关键词:** 天桂山; 溶洞景观; 银河洞; 珍珠洞

**中图分类号:** P31.5

**文献标识码:** A

天桂山位于河北省平山县西南部, 发育有具典型北方特色的众多溶洞景观, 其规模不等、形态各异, 与地表喀斯特景观一起, 构成了天桂山自然旅游资源的主体。目前已开发的只有银河洞、白毛女洞和真武洞, 尚有许多未知的或待开发的溶洞。

天桂山的喀斯特洞穴可分为侵蚀型和堆积型两大类, 分别以银河洞和珍珠洞为代表。前者多发育各类侵蚀景观, 后者化学堆积景观丰富。本文试图通过这两个典型溶洞的景观成因类型及特征的探讨, 能够为我国北方溶洞景观研究提供资料, 同时也为当地旅游资源开发和保护提供帮助。

## 1 溶洞发育的基础条件

### 1.1 岩石地层

天桂山出露的岩石地层主要为中太古界元坊岩组变质岩、中元古界长城系常州沟组石英砂岩和上古生界寒武系 - 奥陶系以碳酸盐岩为主的沉积岩。其中, 中 - 下寒武统馒头组为紫色页岩夹灰岩、白云质灰岩; 中寒武统张夏组以厚层鲕状灰岩和藻灰岩

为主夹钙质页岩; 上寒武统崮山 - 炒米店组为黄绿色页岩、灰色薄层灰岩、竹叶状灰岩互层; 上寒武统 - 下奥陶统三山子组为白云岩、灰质泥质白云岩、白云质灰岩组合。总厚度 > 400 m, 是各类喀斯特洞穴发育的物质基础。

### 1.2 地质构造

天桂山地处太行山隆起带中段, 中生代晚期 - 新生代以来, 受区域上呈 NNE 向延伸的紫荆关 - 灵山断裂带和太行山山前断裂带多期活动影响, 发育了 NW - SE、NE - SW、近 E - W 和近 S - N 等多组断裂, 构造活动以差异性断块抬升为主, 地层褶皱不明显。

总体上看, 天桂山区沉积地层产状平缓, 大致向 SEE 缓倾斜, 倾角 < 10°。较大型水平溶洞的发育除受地层产状影响外, 在延伸方向上明显受控于断裂构造, 如银河洞主、支洞的延伸方向与 NW - SE 和 NE - SW 断裂一致, 珍珠洞则沿近 S - N 向断裂发育(图 1)。

### 1.3 新构造运动

第四纪以来, 天桂山区曾经历过 5 次地壳抬升

收稿日期(Received date): 2010 - 08 - 21; 改回日期(Accepted): 2011 - 02 - 28。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金重点项目(40730103)。[Supported by Natural Science Foundation of China, grant No. 40730103.]

作者简介(Biography): 王健(1961 - ), 男, 河北石家庄人, 副教授, 主要从事地质地貌学研究。[Wang Jian(1961 - ), male, born in Shijiazhuang, Hebei. Adjunct professor. Now engaged in Geology and geomorphology.] E-mail: wjdb@sina.com

\* 通讯作者: 黄华芳(1960 - ), 男, 河北灵寿人, 教授, 主要从事资源与环境研究。[Huang Huafang(1960 - ), male, born in Lingshou, Hebei. professor. Now engaged in the resources and environment.] E-mail: hhf@mail.hebtu.edu.cn

过程。据研究<sup>[1-6]</sup>,五次抬升分别发生于早更新世期间(2.5—1.0 Ma BP)、中更新世早期(0.7—0.6 Ma BP)、晚更新早期(0.12 Ma BP—50 ka BP)、早全新世中晚期(10—7.5 ka BP)和中全新世末期(3 ka BP左右)。

间歇性的地壳抬升作用,使不同时期形成的溶洞具有成层分布特征,银河洞、真武洞等分布在四级阶地面附近的陡崖上,白毛女洞、珍珠洞等分布在五级阶地面附近的陡崖上,其余各级阶地面附近均有众多小型洞穴发育。

#### 1.4 气候

天桂山地区的喀斯特地貌形成于新近纪晚期~第四纪。这一时期的气候具有亚热带向暖温带过渡的特点,干湿变化显著<sup>[7]</sup>。地壳抬升期与暖湿气候期的耦合有利于陡壁和深谷的形成,而地壳稳定期与暖湿气候期的耦合则有利于地貌面和洞穴及其内

部的各类景观发育。

现代天桂山地区属暖温带半湿润大陆性季风气候类型,但由于海拔较高,又具有山地气候特点,与东部平原区相比,温凉湿润。较低的年均气温决定了现今水流以侵蚀为主,而喀斯特作用相对较弱。

## 2 银河洞景观类型及特征

银河洞是天桂山地区已探知的最大溶洞,分布于第四级阶地面附近,洞口海拔890 m,目前探明的主支洞总长度超过2 000 m。

### 2.1 溶洞展布

银河洞发育在产状近于水平的张夏组巨厚灰岩地层中。受断裂控制,主、支洞分别呈NW—SE和NE—SW延伸。同时受构造和岩石侵蚀、溶蚀程度影响,溶洞沿走向呈宽窄相间的串珠状(图2)。

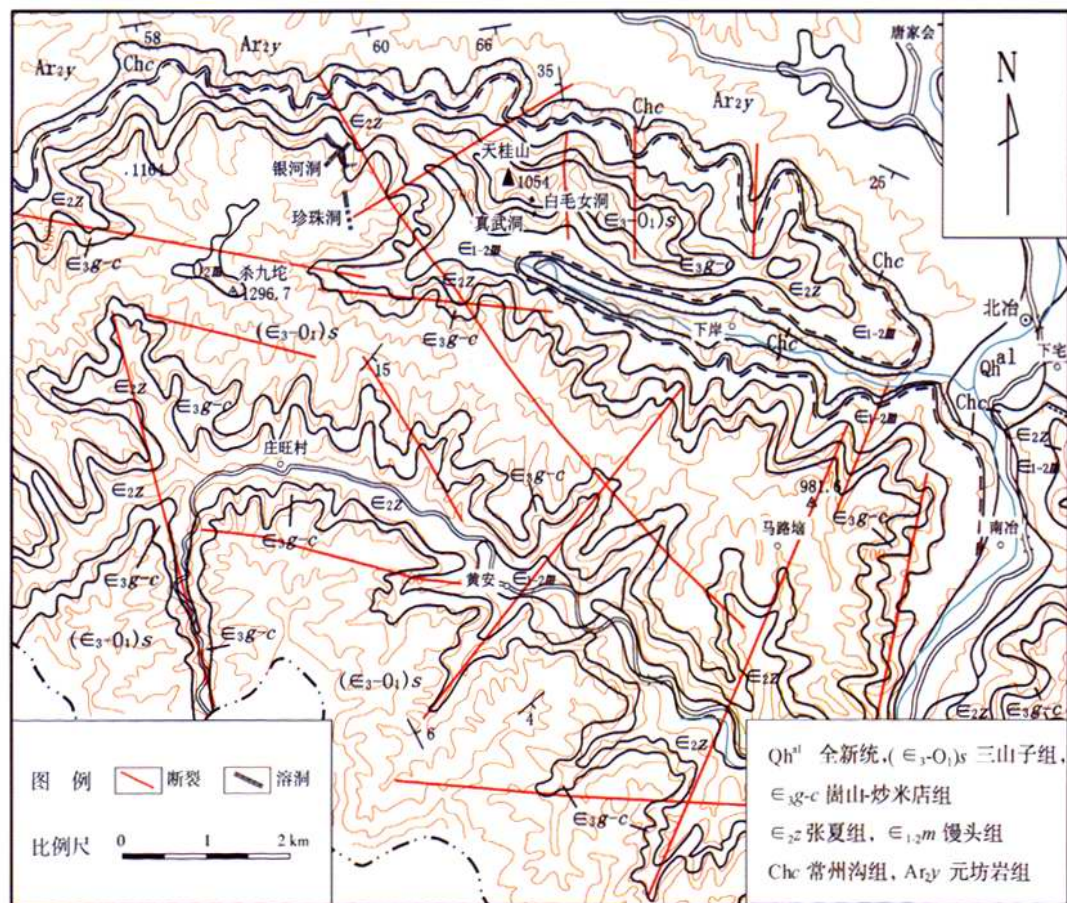


图1 天桂山地区地质简图

Fig.1 The geologic sketch map of Tianguishan Area

洞体在垂向上可分三层,分别以落水洞贯通。一层落水洞位于三岔口,落差 $>10$  m;二层落水洞位于二层洞东南端,落差 $>20$  m,其下第三层洞,至今仍有流水声,但延伸规模、形态未能探知。

各层溶洞洞底均沿走向呈缓倾斜阶梯状。一层洞主洞向SE缓倾,支洞向SW缓倾;二层洞在三岔口落水洞处分为两支,一支伸向SE,另一支伸向NW,洞底由落水洞向各自延伸方向缓倾。向NW延伸的二层洞支洞与另一同高度的NE-SW向溶洞连通,而后折向SW(图2,图3)。

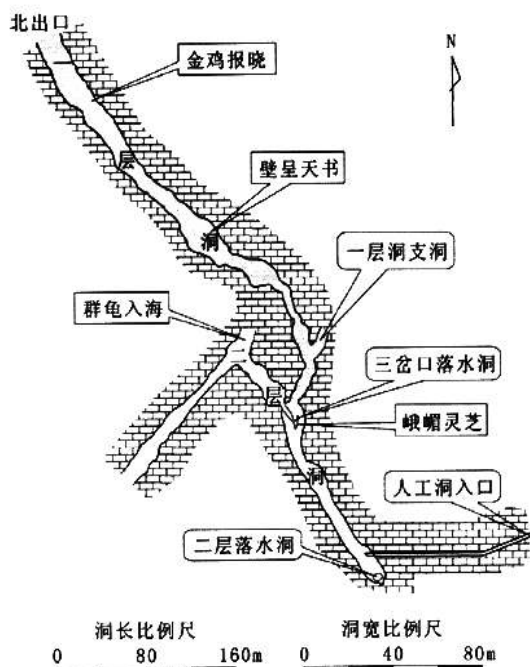


图2 银河洞平面展布图

Fig. 2 The horizontal map of Galaxy Karst cave

## 2.2 溶洞形态

银河洞各层洞穴形态在延伸方向上总体呈廊道与厅堂相间分布。廊道一般宽2~3 m;厅堂高约10 m,宽约8 m,最大者高可达30 m,宽25 m。

在横剖面形态上,一层洞多为顶板微拱的扁椭圆形或不规则梯形,二层洞多呈上宽大下窄小的不规则倒葫芦形(图3)。反映出在一层洞及二层洞的上部宽大洞体部分形成时,地壳抬升缓慢,潜水位较稳定,水流以侧向侵蚀为主。此后,地壳抬升速度加快,一层洞很快脱离地下潜水面成为干洞,而二层洞仍处于地下潜水位附近,水流强烈的下蚀作用使其发育了下部狭窄的洞体。

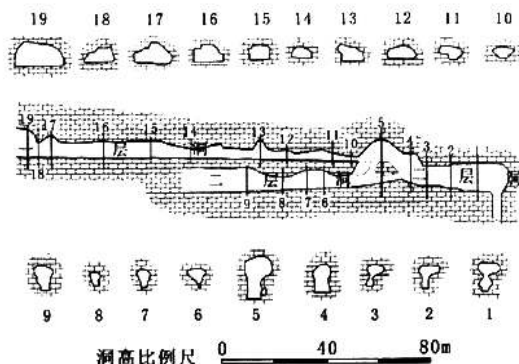


图3 银河洞剖面图

Fig. 3 The section map of Galaxy Karst cave

## 2.3 侵蚀-溶蚀景观(图4)

洞穴侵蚀-溶蚀景观是指在地下水或洞穴流水的侵蚀和溶蚀作用下,在溶洞顶部或侧壁形成的各种遗迹。在银河洞发育有窝穴类、井管类、天沟类、沟槽类和流痕类等5种类型。

### 2.3.1 窝穴类

窝穴类景观是指溶洞周壁上大小不等的似圆形或椭圆形凹穴和坑穴。顶窝穴形成于潜流条件下,侧壁窝穴既可潜流成因也可渗流成因,底窝穴多为渗流成因。其形态有麻窝、杯穴、碗穴、窝穴、天锅和球穴等。

麻窝是一种直径 $>2$  cm的小圆穴,密集成片出现于溶洞的侧壁或天顶,是洞穴处于潜流带阶段石灰岩差异溶蚀的结果。

杯穴是杯形窝穴,直径2~10 cm、深5~20 cm;碗穴呈碗状坑,直径10~20 cm、深5~10 cm。他们多成群分布于底床及侧壁缓坡上,有滴蚀或磨蚀两种成因。滴蚀杯(碗)穴多为洞穴在潜流带发育期由渗流滴水侵蚀而成;磨蚀杯(碗)穴则是洞穴在潜流带发育期,由紊动水流卷起的沙砾在倾斜洞壁上定位磨蚀而成(图4-1)。

洞顶窝穴是洞顶发育的倒置锅状或磨盘状凹坑。成群分布的小型窝穴可与裂隙有关,也可与裂隙无关;呈串珠状分布的窝穴均与单向裂隙有关。单个发育的大型窝穴(天锅)平面上多呈椭圆形,长轴与洞体延伸方向或水流方向一致,顶部常叠生一个或多个冠室(图4-2);沿多组裂隙交汇部位发育的窝穴,其周围多成群分布许多小窝穴,构成具成因联系的窝穴组合,当溶蚀程度加深使其间岩块塌落时,便演化为穴顶具多个小窝穴的较大窝穴(图4-3)。洞顶窝穴多发育在溶洞断面变化较大和洞顶凹





银河洞:1. 洞壁缓坡(碗)杯穴,2. 天锅(发育冠室),3. 断裂交汇处的窝穴,4. 侧壁大型球穴与边槽,5. 天钟,6. 天筒,7. 洞顶新月形流痕,8. “莲花宝座”,9. “峨嵋灵芝”,10. “仙宫幔帐”,11. “群龟入海”  
珍珠洞:12. 洞体形态,13. 石钟乳,14. 石塔(石笋),15. 联座、联体石笋(顶突圆),16. 石笋(顶凹),17. “石珍珠”,18. 石笋上生长的“雾凇”,19. 石帘上生长的石针,20. 卷曲钟乳石(鹅管),21. 漫流-滴水沉积,22. 滴水-漫流沉积,23. 滴水-飞溅水沉积,24. 滴水-漫流-凝结水沉积

图4 典型溶洞景观(作者摄于2008-12-2009-08)

Fig.4 The typical landscapes in the karst caves of Tianguishan(the pictures taken by authors, 2008-12-2009-08)

凸起伏地段,是在潜流带水力坡度陡、水文要素变化大等复杂的紊流条件下形成。

球穴是在定向流-侧壁涡流作用下形成于洞壁上的球状窝穴。在银河洞侧壁发育的球穴,穴腔如半个巨球(图4-4)。

### 2.3.2 井管类

主要有天钟、天筒等形态。他们均发育于洞顶,与垂直裂隙有关,为洞穴处于潜流带全充水情况下混合溶蚀而成。天钟横断面多呈椭圆或纺锤形,深度较大,顶部可发育多个小型窝穴。天筒横断面多呈不规则圆形,直径一般30~50 cm,深度为直径数倍(图4-5,6)。

### 2.3.3 天沟类

它们是洞顶沿走向裂隙发生侵蚀、溶蚀作用而形成的深沟,长度>50 m,宽度0.3~1.5 m,深者可达数米。

### 2.3.4 沟槽类

主要是指在潜水面附近的洞穴侧壁上由侵蚀和溶蚀作用形成的水平沟槽,槽宽约0.3 m,槽深0.1~0.3 m,呈多层状分布,可反映成洞期地壳不断抬升、潜水面相对下降的过程(图4-4)。

### 2.3.5 流痕类

流痕是指洞穴流水指向特征明显的溶蚀形态。在银河洞北洞口较为平整的洞顶、洞壁均有分布,为新月形波状起伏形态,平面上弧顶指向水流上游,横剖面上陡坡指向水流下游(图4-7)。它主要是由侵蚀、溶蚀作用形成,反映了水平大型溶洞中较强地下水流的水动力状况。

## 2.4 堆积景观

整体来看,银河洞为侵蚀型溶洞,化学沉积景观极少,仅零星分布有滴水沉积和面流沉积两种类型。滴水沉积只有石钟乳,见于一层洞北洞口和二层落水洞处。面流沉积表现形式有三,一为洞壁斜坡漫流沉积的钙泥质物质,在干凉条件下失去水分、干缩成叶片状组合形态,如“莲花宝座”(图4-8);二是早期洞壁斜坡漫流形成的钙质、泥质互层沉积物遭后期水流侵蚀的残余景观,如“峨眉灵芝”(图4-9);三为现今洞壁斜坡漫流沉积形成的小型石幔,如“仙宫幔帐”(图4-10)。

此外,在银河洞一二层洞内均存在大量崩塌堆积,许多人造景观是以此为基础而造,如“群龟入海”、“壁呈天书”等(图4-11)。

## 3 珍珠洞景观类型及特征

### 3.1 溶洞概况

珍珠洞是一个沿NNW-SSE断裂发育的较大大型水平溶洞,位于五级阶地面附近,洞口海拔1000 m,探知洞长>100 m。从洞口向深处,洞底呈阶梯状下降,横断面多呈不规则三角形或梯形(图4-12)。洞体狭窄,高一般4~5 m,最低处人只能爬行通过,宽一般1~2 m,最窄处仅容侧身行走。

### 3.2 堆积景观

珍珠洞体量虽小,但化学沉积景观类型多样,密集度高,具有典型堆积型溶洞特点。从洞内化学沉积景观成因来看,大体可分为重力水沉积、非重力水沉积和协同沉积三大类。

#### 3.2.1 重力水沉积类

##### 1. 滴水沉积(石钟乳、石笋)

石钟乳多具中空的心圆状结构。受洞穴风影响,钟乳石同心圆结构不对称,迎风一侧纹层薄,背风一侧厚(图4-13)。石笋有单体、联座、联体等多种形态,洞顶高度大、滴水速度快的部位,石笋顶部下凹,反之则顶部突圆(图4-14,16)。

##### 2. 漫流沉积

漫流沉积形态主要为石幔(石帷幕、石帘),是富含 $\text{CaCO}_3$ 的面状水流沿洞壁或倾斜洞顶向下漫流时由 $\text{CaCO}_3$ 淀积而成。

#### 3.2.2 非重力水沉积

##### 1. 飞溅水沉积

该类沉积主要是由洞顶滴水下落产生的飞溅水在洞壁形成的 $\text{CaCO}_3$ 积淀,多呈丛花状散布,形如葡萄、珍珠(图4-17)。

##### 2. 雾气凝结水沉积

它们是由于气温、湿度变化使雾气凝结水析出 $\text{CaCO}_3$ 沉积形成,常呈针状(石针)或簇状集合体(雾凇),生长方向不受重力影响(图4-18)。

##### 3. 毛细水沉积

有石针、卷曲钟乳石等。为 $\text{CaCO}_3$ 水溶液从洞壁上与裂隙连通的细小溶孔或钟乳石的中空细管内渗出,尖端水分蒸发而钙质积淀所成,可水平生长或向上弯曲,不受重力影响(图4-19,20)。

#### 3.2.3 协同沉积

珍珠洞内许多景观是协同沉积作用的结果,包括漫流-滴水沉积、滴水-漫流沉积(图4-21,

22)、滴水-雾气凝结水沉积、漫流-毛细水沉积(图4-18,20)、滴水-飞溅水沉积、滴水-漫流-雾气凝结水沉积等(图4-21,24)。

#### 4 洞穴形成演化

上新世期间,天桂山地区构造较为稳定,地表广泛发育了唐县期夷平面(第五级阶地面)。与此同时,在地下潜水面附近,以白云岩为主的奥陶系岩层中沿NNE-SSW和NW-SE向断裂形成了一系列洞穴(如珍珠洞、白毛女洞)。但由于气候温干<sup>[1]</sup>,地表水和地下水活动较弱,加之白云岩较难溶蚀,因此洞穴规模较小,洞内侵(溶)蚀景观也不发育。

到2.5—1.0 Ma BP的早更新世期间,天桂山区发生了强烈抬升。这一时期,气候由寒冷转为暖湿<sup>[1]</sup>,地表河流下蚀作用增强,伴随着第五级阶地的形成,珍珠洞、白毛女洞等洞穴被抬升到潜水面以上的渗流带,并出露于第五级阶地陡崖上。

大约在1.0—0.78 Ma BP的早更新世晚期,构造环境趋于稳定。此时的气候温暖潮湿<sup>[1]</sup>,地表水和地下水活动强烈:地表河流以侧蚀展宽为主,形成第四级阶地面;同时,在地下潜水面附近,以巨厚灰岩为主的寒武系岩层内沿NW-SE和NE-SW向断裂发育了较大型水平溶洞(如银河洞等),洞内侵蚀、溶蚀景观类型繁多。

约0.78—0.6 Ma BP的中更新世初期,构造抬升再次强烈发生,导致地表河流又一次下切,与第四级阶地形成的同时,银河洞等洞穴被抬升,脱离潜水面,进入渗流带演化阶段。

其后,发生了0.12 Ma BP—50 ka BP、10—7.5 ka BP和3 ka BP左右的三次构造抬升运动,速度是早、中更新世的2~12倍<sup>[1]</sup>,不仅形成了第三、二、一各级阶地,而且还导致了地表岩石崩塌、地下大型溶洞(如银河洞)洞顶坍塌。在这三次抬升运动之间的稳定阶段,恰逢暖湿气候期,地表水和地下水丰富。地表水沿垂直裂隙的下渗,在被抬升至渗流带的洞穴内形成了各种化学堆积景观;地下水的强烈活动形成了多层次岩溶洞穴,但由于各稳定期较短,洞穴发育规模都很小。

值得提出的是,现今天桂山区的喀斯特洞穴中除珍珠洞外,大部分为“干洞”,洞内化学沉积景观较少。究其原因可能是,珍珠洞位于第五级阶地面附近,其上部是沿断裂溶蚀形成的汇水沟谷,谷坡植

被发育、固水条件较好,洞顶岩层厚度仅10多m,大气降水和地表水可沿断裂及垂直裂隙下渗到洞中,形成各种化学沉积景观;而分布在第四级阶地面附近的银河洞、真武洞等溶洞,它们到山顶有百余米厚的岩层,尽管垂直裂隙也很发育,但多为寒武系钙质泥(页)岩、泥灰岩的蚀余泥质所充填,大气降水和地表水很难下渗到洞中,致使这些溶洞基本处于“干洞”状态,保留了成洞期形成的各类侵蚀、溶蚀景观,但化学沉积景观少见。

天桂山区溶洞景观类型的发育不仅受降水量较少、干湿变化显著、年均气温较低等气候因素制约,还明显受到地质地貌条件、地表植被发育状况、沉积物覆盖度及地表水下渗条件等影响,集中体现了我国北方不同地理环境下的岩溶洞穴发育特点。

#### 5 结语

天桂山不仅汇侵蚀型和堆积型溶洞景观于一区,还广泛发育有千姿百态的地表峰丛、孤峰、天生桥等喀斯特地貌景观,因此素有“北方小桂林”之美誉。这种地下溶洞景观与地表喀斯特景观集中分布于一个景区的情况,在我国北方实属罕见。

天桂山是我国北方道教名山,享有“皇家道院”之盛名,依托自然风貌构建的诸多历史文化景观雄伟庄严,它们与自然景观交相辉映,共同构成了独特的、其他地区无可比拟的旅游资源优势。

因此,在旅游资源开发过程中,应将地下溶洞景观与地表山岳古刹景观有机整合,针对不同旅游群体,建立观光旅游、特色旅游和科普旅游等多种旅游资源开发模式。这样既能够提高景区各类特色景观的整体旅游价值,又能够多方面融会其科学文化内涵,使游客在猎奇寻幽、揽胜赏景的过程中感悟大自然和人类社会奇妙无比的变化。

应当指出,在各类洞穴景观资源开发过程中,要根据其不同特点实施保护性开发策略。银河洞等侵蚀型喀斯特洞穴中各种侵蚀、溶蚀和坍塌景观发育完好,有些在地表难以观察到的地质现象在洞内可有清楚展现,在开发过程中不仅要提高其观赏性,还要努力挖掘其科学内涵,并注意保护好这些不可再生的旅游资源,减少不协调的人造景观。对于珍珠洞等堆积型洞穴而言,就目前洞内湿度及滴水情况来看,各种化学沉积景观仍处在发育过程中。在洞穴开发时,除要保护好洞内已成景观外,还要注意保

护其外部地形、地貌和植被条件,它们是地表水分持久下渗,使洞内化学沉积景观得以继续生长的决定性因素。

### 参考文献(References)

- [1] Wu Chen. Landform environment and its formation in north China [M]. Beijing: Science Press, 2008: 123 – 183 [吴忱. 华北地貌环境及其形成演化[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 123 – 183]
- [2] Wu Chen, Ma Yonghong, Zhang Xiuqing, et al. Topographic surface, physiographic period and geomorphic evolution of mountain area in the north China [M]. Shijiazhuang: Hebei Science & Technology Publishing House, 1999: 190 – 196 [吴忱, 马永红, 张秀清等. 华北山地地形面、地文期与地貌发育史[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 1999: 190 – 196]
- [3] Wu Chen, Zhang Xiuqing, Ma Yonghong. The upland morphologic surface and Neozoic Tectonic Movement in north China [J]. North China Earthquake Sciences, 1996, 14(4): 40 – 50 [吴忱, 张秀清, 马永红. 华北山地地貌面与新生代构造运动[J]. 华北地震科学, 1996, 14(4): 40 – 50]
- [4] Wu Chen. Discussion on formation times of the low piedmont surface in the mountain land of north China [J]. Geography and Geo-Information Science, 2004, 20(2): 105 – 108 [吴忱. 对华北山地低山麓面形成时代之新认识[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(2): 105 – 108]
- [5] Cheng Shaoping, Ran Yongkang. Hutuo River terraces in Taihang Canyon section and Quaternary Tectonic Movement [J]. Seismology and Geology, 1981, 3(1): 29 – 41 [程绍平, 冉永康. 滹沱河太行山山峡段河流阶地和第四纪构造运动[J]. 地震地质, 1981, 3(1): 29 – 41]
- [6] Wu Chen, Zhang Xiuqing, Zhao Yingkui. Stratiform geomorphology and Himalayan Tectonic Movement on the north China mountains [J]. Geography and Territorial Research, 2000, 16(3): 82 – 86 [吴忱, 张秀清, 赵英魁. 中国华北山地层状地貌与喜马拉雅构造运动[J]. 地理学与国土研究, 2000, 16(3): 82 – 86]
- [7] Fan Kefeng, Yang Dongchao. Geomorphologic system in Taihang mountain area [J]. J. Changchun Inst. Tech.; Nat. Sci. Edi., 2006, 7(1): 51 – 53 [樊克锋, 杨东潮. 论太行山地貌系统[J]. 长春工程学院学报: 自然科学版, 2006, 7(1): 51 – 53]

## The Genetic Sorts of the Typical Karst Caves in Tianguishan, Hebei Province

WANG Jian<sup>1,2</sup>, CHEN Zhuo<sup>1</sup>, ZHANG Meiping<sup>1</sup>, HUANG Huafang<sup>1,2</sup>

(1. Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China;

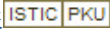
2. Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, Shijiazhuang 050016, China)

**Abstract:** The caves in Tianguishan of Hebei Province distribute in Cambrian and Ordovician carbonate rocks, and develop following NW – SE, NE – SW and S – N fractures. Due to the influence of intermittent tectonic uplift in Quaternary Period, the caves have the characteristics of layer distribution. Based on the discussion to sorts of the cave landscape, the caves are divided into two types of corrasive caves and accumulation caves, and Galaxy Karst cave and Pearl Karst cave are taken as example respectively. The solutional small forms including pocket type and orientational flute type etc. developed in the corrasive caves are very typically and varied. There is a lot of chemical sediment landscapes in the accumulation caves. To study the genetic sorts and features of the typical karst caves is important for tourist resources development and conservation in Tianguishan area.

**Key words:** Tianguishan; karst cave landscape; Galaxy Karst cave; Pearl Karst cave

作者: [王健](#), [陈琢](#), [张梅平](#), [黄华芳](#), [WANG Jian](#), [CHEN Zhuo](#), [ZHANG Meiping](#), [HUANG Huafang](#)

作者单位: [王健, 黄华芳, WANG Jian, HUANG Huafang \(河北师范大学, 河北, 石家庄, 050016; 河北省环境演变与生态建设实验室, 河北, 石家庄, 050016\)](#), [陈琢, 张梅平, CHEN Zhuo, ZHANG Meiping \(河北师范大学, 河北, 石家庄, 050016\)](#)

刊名: [山地学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF MOUNTAIN SCIENCE](#)

年, 卷(期): 2011, 29 (2)

被引用次数: 2次

参考文献(7条)

1. [吴忱](#) [华北地貌环境及其形成演化](#) 2008
2. [吴忱](#); [马永红](#); [张秀清](#) [华北山地地形面、地文期与地貌发育史](#) 1999
3. [吴忱](#); [张秀清](#); [马永红](#) [华北山地地貌面与新生代构造运动](#) 1996 (04)
4. [吴忱](#) [对华北山地低山麓面形成时代之新认识](#) [期刊论文]-[地理与地理信息科学](#) 2004 (02)
5. [程绍平](#); [冉勇康](#) [滹沱河太行山山峡段河流阶地和第四纪构造运动](#) 1981 (01)
6. [吴忱](#); [张秀清](#); [赵英魁](#) [中国华北山地层状地貌与喜马拉雅构造运动](#) [期刊论文]-[地理学与国土研究](#) 2000 (03)
7. [樊克锋](#); [杨东潮](#) [论太行山地貌系统](#) [期刊论文]-[长春工程学院学报 \(自然科学版\)](#) 2006 (01)

引证文献(3条)

1. [孙艳萍](#), [王健](#), [张小曼](#), [郑倩华](#), [黄华芳](#) [河北省临城白云洞景观成因类型](#) [期刊论文]-[湖北农业科学](#) 2013 (7)
2. [陈琦慧](#), [茅奇辉](#) [浙江省淳安县岩溶洞穴溶蚀形态特征及地学意义](#) [期刊论文]-[资源环境与工程](#) 2013 (6)
3. [张晓曼](#), [王健](#), [郑倩华](#), [孙艳萍](#), [黄华芳](#) [河北临城崆山白云洞溶洞地貌和沉积特征及其影响因素](#) [期刊论文]-[古地理学报](#) 2013 (1)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_sdxb201102007.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_sdxb201102007.aspx)