

# 济南南部山区喀斯特洞穴特征

赵鹏, 赵建

(山东师范大学, 山东 济南 250014)

**摘要** 济南南部山区是山东喀斯特洞穴发育地区之一, 所统计的34个中, 长度在50~500 m的较大洞穴有7个。从洞穴发育的基本特征看, 较大的洞穴多呈单通道水平廊道状, 洞内保留有许多典型的溶蚀小形态(如窝穴、波痕类), 但洞内沉积物较为单一, 主要是一些崩积物、残积物和渗流水造成的碎屑物, 碳酸钙化学沉积物相对较少, 溶洞多表现为一种单调的干洞特点。从成因上看, 较大洞穴属于具有潜流成因的次生渗流带洞穴, 较小洞穴有裂隙状的渗流带洞穴、差异风化成因的壁龛式洞穴等。这些洞穴具有较大的开发潜力。

**关键词** 喀斯特; 洞穴; 基本特征; 山区; 山东济南

中图分类号: P642.25

文献标识码: A

济南南部山区喀斯特洞穴发育, 其分布范围东以历城区与章丘的交界线为界(大致在大龙堂到西营一线), 西至长清大沙河一线, 南至万德—柳埠—西营一线(寒武系与新太古代变质岩系的交界处), 北至济南市区南部(小清河以南)。该地区在地貌上属于泰北低山丘陵区。区内出露的基岩主要为寒武系、奥陶系中的石灰岩、白云质灰岩。本区喀斯特地貌为典型北方半干旱喀斯特类型<sup>[1-2]</sup>, 宏观上以溶蚀—侵蚀形成的石灰岩低山丘陵和喀斯特谷地的组

合为主。区内发育众多喀斯特洞穴, 这些溶洞发育程度虽然不能与南方的溶洞相比, 但也反映了我国北方喀斯特洞穴的一些基本特征。

## 1 区内典型喀斯特洞穴基本特征

初步统计本区有主要喀斯特洞穴(溶洞)34个, 其中长度<50 m的小型溶洞居多, 50~500 m的较大洞穴只有7个。见表1, 图1。

表1 济南南部山区较大喀斯特洞穴特征

序号	洞名	所处位置	长度(m)	出露高程(m)	溶洞形态类型	所属地层单位
1	蟠龙洞	历城区章锦乡盘龙庄东	468	310	单通道水平状	奥陶纪马家沟组
2	龙洞	历城区姚家镇龙洞庄南	50	320	单通道水平状	奥陶纪三山子组
3	乾坤洞	历下区平顶山北坡	51	280	单通道水平状	奥陶纪马家沟组
4	子房洞	历城区高尔乡东沟村东北	110	360	单通道水平状	寒武纪九龙群炒米店组
5	朝阳洞	历城区仲宫镇刘家庄南	50	400	单通道水平状	寒武纪九龙群张夏组
6	刘仙洞	历城区仲宫镇刘家庄南	30	380	单通道水平状	寒武纪九龙群张夏组
7	透明洞	长清区张夏镇小娄峪	180	370	单通道水平状	寒武纪九龙群张夏组
8	牛魔洞	长清区固山镇土山村南	103	230	单通道水平状	寒武纪九龙群张夏组
9	白云洞	历城区西营丁家峪西北	20	440	壁龛或岩蔽状	奥陶纪三山子组
10	自来水厂洞	济南市自来水公司 原制修厂抽水井下	13	-25.5(埋深)	多分支水平状	奥陶纪三山子组

\*收稿日期: 2004-08-13; 修订日期: 2004-08-30; 编辑: 张天祯

作者简介: 赵鹏(1979-), 男, 山西大同人, 在读硕士研究生, 自然地理专业。

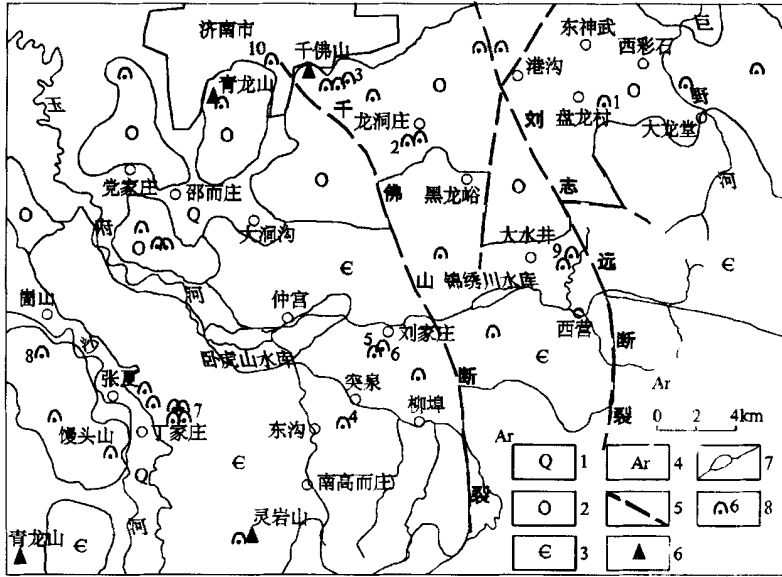


图 1 济南南部山区喀斯特洞穴分布概况

1—第四系 2—奥陶系 3—寒武系 4—新太古代变质岩 5—断层 6—山峰；  
7—河流、水库 8—溶洞及编号

### 1.1 蟠龙洞

位于济南市历城区章锦乡盘龙村东 1 500 m 处。洞口位于盘龙山南侧山谷近顶部处,海拔高程约为 310 m,相对于山下高度 150 余米。山体由奥陶纪马家沟组北庵庄段厚层灰岩构成。地层倾向 45°,倾角 10°左右。洞体循岩层层面发育,向 NE 方向微倾延伸,无分支,为一个典型的单通道水平廊道式洞穴(图 2)。洞体实测长度 468 m(未终测),大部

转折。洞内溶蚀现象发育,如呈蜂窝状的小窝穴,洞顶成串的大窝穴,此外还有波痕、边槽等形态。洞底有大量粘土、崩积物和钙华沉积。局部洞段有巨大崩塌岩块叠置形成上下 2 层。洞穴内碳酸盐化学沉积物数量不多,以较小的鹅管石、钟乳石、石笋、石幔、石花为主,其中颇具特点的是有一较大的水母状石钟乳,形似“龙头”。

### 1.2 子房洞

位于济南市历城区仲宫镇南东沟村东北 1 200 m 处。洞口位于山体南麓,海拔高程约为 360 m,相对高度 150 余米。山体由寒武纪九龙群炒米店组灰岩构成。岩层呈单斜状,倾向 336°,倾角 9°。洞体基本沿岩层层面发育,为一单通道水平状洞穴(图 3)。洞穴实测长度 80 m,大部分洞段宽 3~5 m,高 2~8 m。洞穴展布方向受构造控制,几组相互垂直交叉的裂隙控制着洞穴的走向。洞道横断面较规则。洞内溶蚀现象发育,有大量边壁窝穴,其中较大的横轴长 0.5 m,宽 0.3 m,且呈串分布。洞壁有溶蚀形成的波痕。洞穴内沉积物较少,因人为作用,洞底沉积物已被人为清理,但仍残留大块崩积物。洞壁有少量的钙华沉积物。

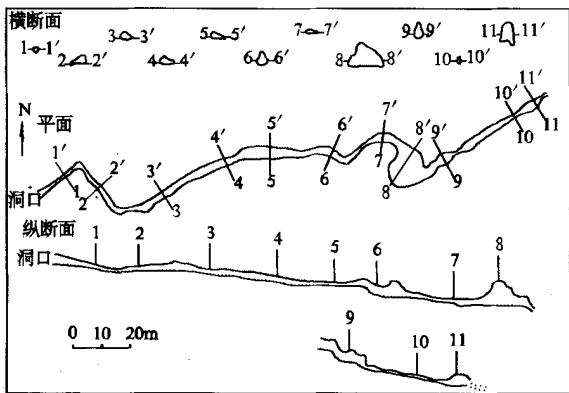


图 2 济南港沟蟠龙洞形态图

分洞段宽 3~6 m,高 2~6 m,进深 300 多米处变为一宽 26 m、高 13 m 的洞厅,向里缩窄,通道宽仅 1.2 m。洞穴的展布方向明显受裂隙控制,几处洞段呈直角

### 1.3 牛魔洞

位于济南市长清区崮山镇土山村南 120 m 处的

小白顶山西坡,洞穴出露于一条山谷近顶端处,海拔高度230 m,洞距山下谷底高度约120 m。该处出露岩层为寒武系页岩、灰岩,山体中、上部为九龙群张夏组厚层鲕状灰岩。地层倾向 $290^{\circ}$ ,倾角 $5^{\circ}$ 。洞体沿岩层层面发育,为一水平式廊道式洞穴。洞穴实测长度103 m,最宽阔处宽4 m,高7 m,最小处宽仅0.5 m,高不足1.5 m。洞体延伸方向明显受控于裂隙,几处洞段呈直角转折。洞穴断面变化较大,一般形态为圆形、矩形、长三角形。洞穴溶蚀形态较发育,洞壁以窝穴、波痕为主,洞顶沿裂隙形成一些顶板溶沟。洞内沉积物单调,碎屑沉积物以浅红色和浅棕色粘土、亚粘土、粘砂土为主,厚度不大,平铺洞底。洞内化学沉积物很少,仅在洞穴中段洞壁上有少量薄层钙膜形成,局部发育石幔。

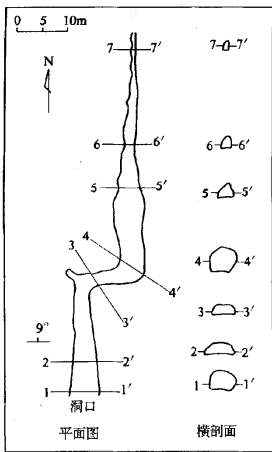


图3 仲宫子房洞形态图

### 1.4 乾坤洞

位于千佛山东的平顶山北坡。洞口出露于山体中部,海拔280 m,相对于山下高度170 m。山体由奥陶纪马家沟组厚层灰岩构成。岩层倾向 $30^{\circ}$ ,倾角 $7^{\circ}$ 。洞体基本沿岩层层面发育,为一单通道水平状洞穴。洞穴实测长度51 m,大部分洞段宽2~3 m,高1~2 m。洞内溶蚀现象发育,洞壁及洞顶有大量窝穴、波痕等溶蚀形态,其中最大的窝穴横轴长105 cm,宽50 cm,深40 cm。洞内沉积物较少,碎屑沉积

物以粘土为主,此外还有一些红色溶蚀残余粘土物质。化学沉积物有少量洞壁钙华、石花、小边石堤,洞顶发育小型石钟乳。

### 1.5 白云洞

位于历城区西营丁家峪西北600 m处。洞口位于山体南麓,海拔高度440 m,相对于山下高度130 m。山体下部由寒武系上部竹叶状灰岩构成,中上部由奥陶纪三山子组灰岩构成。岩层产状平缓。洞体循岩层层面发育,有一水平状小支洞,但主洞为壁龛式(或称岩蔽式)洞穴。洞穴实测长度为20 m,洞段一般高为1.5~3 m,宽为1~4 m。洞穴横断面形态呈矩形、近圆形。洞内溶蚀形态不发育,仅洞壁可见少量波痕。洞内沉积物相对较丰富,洞口处有厚层碎屑沉积物,以粘土、亚粘土、粘砂土和砂砾为主,洞壁底部残留蚀余红土。在小支洞内化学沉积物数量较多,洞顶布满小型钟乳石,长度为5~10 cm,颜色呈黄色,质地坚硬,其表面有风化痕迹。洞中局部顶板石钟乳下还粘合残留钙板(洞穴发育早期形成),厚约2~3 cm。

## 2 洞穴发育特征分析

### 2.1 洞穴形态特征

#### 2.1.1 洞穴通道特征

济南市南部山区喀斯特洞穴以水平状洞穴占优势,竖向洞穴为数较少。从洞体展伸特点看,又以单一通道为主。区内较大洞穴都是这种单通道水平状,少量为多分支水平状。单通道水平状洞穴纵向坡度起伏较小,洞底水平或微倾,少岔道,一般呈高宽数米的廊道式延伸,最为典型的是港沟蟠龙洞。有的洞内局部也发育成较大的弯形大厅。如张夏莲台山小娄峪透明洞(也称“白鹤灵芝洞”)为规模较大的水平型溶洞,进深120 m(从小娄峪一侧)形成一宽15.7 m,高20 m的大厅。小型洞穴多为壁龛式、袋状洞穴,长宽相差不多,口大内浅,前无通道或洞内侧壁有小管道向里尖灭,如白云洞、浆水水库东侧山上洞等。竖向洞穴多为裂隙式垂直洞穴,往往循垂直裂隙发育,断面呈垂向延伸,高度远大于宽度。如在彩石乡的“空心山洞”,即为一沿灰岩中开张的垂直裂隙发育的洞穴,洞体较狭窄,但向下延伸可达40~50 m。

### 2.1.2 洞穴小形态

洞穴小形态是指洞穴断面形态。本区洞穴横断面形态变化较大,常见的有三角形、扁平形、椭圆、矩形等。断面大小规模在狭小处不足 2 m,在巨大厅堂处高、宽可达数十米。如蟠龙洞内进深 300 多米处形成的一处宽 26 m、高 13 m 的大厅,而狭窄处高仅 1.2 m。白云洞横断面形态变化较大,洞口处为矩形,向洞内逐渐变为近圆形、三角形。一些壁龛式、带状的小型洞穴,洞长、宽几米至十几米,长宽相近,断面形态多呈扁平状。

### 2.1.3 洞穴溶蚀形态

较大洞穴中多都有指向流痕类、窝穴类等典型的溶蚀形态,其中指向流痕类在本区洞穴中分布普遍,无论是低位的洞穴或高位洞穴都是如此。在洞穴的进水口附近波状流痕较为发育,数量众多,形态明显。窝穴类广泛见于本区洞穴的顶板和洞壁。在个别洞穴的洞壁上可见水平沟槽形态(边槽类)。这些溶蚀形态具有很明显的洞穴成因指示意义。

## 2.2 洞穴沉积物特征

### 2.2.1 洞穴碎屑沉积物

崩塌作用所造成的石块碎屑呈散乱堆积,在较大洞穴的大厅洞段尤为突出。堆积物多为未胶结的灰岩石块、碎屑等散乱堆积,为洞穴本身边壁及洞顶坍塌所造成。如蟠龙洞有较多崩塌大岩块堆积,岩块呈方形、长方形及不规则状,有的岩块长可达十多米,局部叠置成上下两层通道。

碎屑堆积物主要是洞内溶蚀残余的及洞外流水带入洞内的红色粘土、亚砂土、砂土及砾石等物质,一般呈薄层覆盖于洞底或充填于洞的末端,沉积物层次多简单。该类沉积物在区内洞穴中分布最普遍,在各洞穴中均可见到。

### 2.2.2 洞穴化学沉积物

本区溶洞中此类沉积物一般较少,目前仅在蟠龙洞、白云洞等很少的几个洞中有所发育。这些洞中化学沉积物通常集中于一些厅堂洞段或支洞中。本区洞穴化学沉积物形态类型常见的有:滴石类的钟乳石、石笋、石柱、鹅管石;流石类的钙板、钙膜、石幔、边石堤;凝结或渗出类碳酸盐沉积的石花、石针等。其个体形态都不大。

在一些新近采石或工程中发现的位置较低、原先处于封闭状态的洞内发育有大量的石花、石针类形态,如因施工在济南市长清区京沪铁路线下和曾

在山东大学齐鲁软件学院建筑工地发现的溶洞中,集中发育了毛细渗出水或雾状凝结水成因的石花类单一沉积形态,这主要是因为此类洞穴位置较低,且一直处于封闭状态,洞内潮湿,易于形成石花类形态沉积物。

## 3 洞穴发育条件及成因分析

### 3.1 洞穴发育的地质条件

#### 3.1.1 地层岩性的控制作用

区内洞穴发育明显受地层、岩性的控制。本区喀斯特溶洞(特别是较大的洞穴)多分布于寒武纪九龙群张夏组及奥陶纪马家沟组石灰岩中。这两套地层,岩性单一,质纯层厚,有利于岩溶作用的进行。而寒武系上部及下部层位,多为薄至中厚层碳酸盐岩类岩石组合,不利于溶蚀作用进行和形成溶洞。

#### 3.1.2 构造的控制作用

区内岩层产状较平缓,较大的水平洞穴常沿岩层层理面发育,尤其是可溶性岩层与非可溶性岩层的接触面(如九龙群张夏组灰岩底部与其下长清群馒头组页岩的接触面),往往溶洞集中发育。洞穴的发育及展布方向则与岩层的倾向、岩层的节理、裂隙构造密切相关(图 2 图 3)。

### 3.2 洞穴出露的地貌部位

本区溶洞的约 80% 出露的海拔高度在 300 ~ 400 m 之间,距山顶 50 ~ 100 m 处。洞穴分布的地貌部位宏观上,具有成层性的特点,较大洞穴出露的位置较高,多在距山麓或沟底 120 ~ 180 m 的山体中、上部,构成一高位溶洞层。这一高位溶洞层的形成,一方面可能是山体经过剥蚀、侵蚀而残留在其山体中上部的古溶洞<sup>[3]</sup>,另一方面在区域上,厚层灰岩(如张夏组)往往处于山体顶部,形成巨大陡崖,而山体中下部出露页岩、砂岩层,形成缓坡,洞穴即多集中发育于山顶厚层灰岩陡崖的下部,如张夏馒头山洞、牛魔洞、朝阳洞、刘仙洞、小娄峪等洞穴。

### 3.3 洞穴成因类型

根据洞穴在发育过程中所经历的水动力条件及洞穴所处地下水动力带位置可将本区洞穴分为 4 种成因类型。

#### 3.3.1 渗流洞穴

也称“原生渗流洞穴”,即地表渗流水渗入灰岩中,在岩体中一些较大的构造面(节理、层面、裂隙

等 处集中运动,将这些构造面溶蚀、侵蚀扩大,形成洞穴。在本区数量很多,基本上不存在早期潜水阶段。这类洞穴发育规模较小,一般长、宽仅数米、十数米,洞穴形态简单。其发育与岩石构造空间关系密切,或沿层面发育,呈口大内浅的扁平岩蔽式洞穴(如白云洞、千佛山南边黄石崖处的小洞穴等),或循垂直裂隙、节理发育,呈狭窄裂隙式洞穴(如彩石乡“空心山洞”)。

### 3.3.2 次生渗流带洞穴

指由于地壳抬升、地下水位下降而转入渗流带的洞穴。这类洞穴纵剖面多呈水平或微倾状,高、宽为数米的廊道式,洞内一般保留许多清晰的溶蚀小形态,如洞顶窝穴、波痕、洞壁溶沟等。本区具有一定延伸长度的溶洞,尤其是长度大于50 m的洞穴多属此类(如表1中所列的前8个洞穴),其水平延伸的廊道式通道清楚地显示了潜流成因特征,如历城蟠龙洞。

### 3.3.3 浅潜流带洞穴

是目前仍处于潜水位附近的洞穴,如原济南市自来水公司制修厂抽水井下洞。该洞洞穴通道较为复杂,有西北向和西南向两个水平状侧洞,且每个侧洞都有多个分枝,总长度40余米,洞中在雨季仍能充水,洞壁极不规则,岩体被溶蚀,表面疏松。残余下大量粘土沉积物和一些钙质结晶物质。

### 3.3.4 非溶蚀成因洞

石灰岩山地中还有许多属于岩石风化、崩塌、侵蚀等成因的小型洞穴。如张夏馒头山上的洞穴,为

巨大的崩积块石叠置而成。山地中经常能见到由于灰岩中所夹的软弱页岩风化剥蚀而形成的“岩蔽式”洞穴。

## 4 喀斯特洞穴的旅游开发

岩溶洞穴是一种开发利用潜力很高的喀斯特旅游资源。山东省内对喀斯特洞穴的开发已有不少成功的例子。济南市南部山区洞穴众多,溶洞的旅游开发和利用有一定的潜力。实际上目前有些洞穴已经作为旅游景点进行了开发,如蟠龙洞、西龙洞。近年来也还有一些溶洞探测和试图开发的例子,如1999年彩石空心山洞及2001年柳埠黄金洞的探测报道。但应注意的是,并非所有的洞穴都具有旅游开发的自然景观价值和社会经济及区位条件。为了更好地开发利用这一自然资源,在进行溶洞开发时应注意:①对具有开发价值,且具备条件的洞穴做客观的自然的和综合的评价;②在评价基础上对洞穴景区做出恰当的市场定位,进行科学、合理的规划和开发;③加强对洞穴景观资源的保护,采取相应的保护措施。

## 参考文献:

- [1] 中国科学院地质研究所岩溶研究组.中国岩溶研究[M].北京:科学出版社,1979,261-267.
- [2] 卢耀如.中国岩溶——景观、类型、规律[M].北京:地质出版社,1986,22-23.
- [3] 赵建.山东的喀斯特洞穴[J].中国岩溶,1991,1(4):341-344.

## Characteristics of Karstic Caves in Southern Mountain Areas of Jinan City

Zhao Peng, Zhao Jian

(Shandong Normal University, Shandong Jinan, China)

**Abstract** Karstic caves develop well in southern mountain areas in Shandong province. Among 34 caves, 7 are rather big with the length of 50 ~ 500m. From basic developing characteristics of caves to see, many typical altered morphotypes are kept in caves (such as fosse and ripple type), but sedimentary in caves is rather simple, which are majorly composed of fragmental matters produced by colluvial deposit, residual deposit and percolating water, while chemical sedimentary produced by  $\text{CaCO}_3$  is rather few. Caves appear as dry cave characteristics. From the origin to see, large caves belong to secondary percolating belt caves formed by percolating water; while small caves belong to crack type percolating belt cave, and stable hole formed by different weathering functions. These caves have large exploration potentiality.

**Key words** Karst; caves; characteristics; mountains; Jinan in Shandong province