

① 53-58

陕西柞水天然岩溶洞的地学成因浅析<sup>†</sup>

P931.5

P642.25

滕志宏<sup>1)</sup> 蔡秋芳<sup>1)</sup> 余美印<sup>2)</sup>

(1)西北大学地质学系,西安,710069;2)陕西省柞水县旅游公司,陕西柞水,711400

**摘要** 通过野外实地考察及室内综合分析研究陕西柞水岩溶洞的分布特征、沉积类型、形成条件和形成过程及形成的地质时代估算。初步认为:以岩溶洞为主的各类岩溶地貌的发育主要是地下(表)水流长期溶(侵)蚀了距今约600~400 Ma前形成的寒武系—奥陶系碳酸盐岩石的结果;断裂地质构造和新构造运动抬升为溶蚀作用创造了极好的空间条件及溶洞的变位;佛爷洞、天洞及风洞主体形成始于距今约2.46 Ma前的第三纪末期(N<sub>2</sub>)或第四纪早期(Q<sub>1</sub>)。

**关键词** 岩溶洞;地学成因;陕西柞水

**分类号** P53.63 **文献标识码** A **论文编号** 1000-744X(1999)01-0053-58

发育, 沉积类型, 形成条件

岩溶(即喀斯特,Karst)是指地下(表)水对地表及地下可溶性碳酸盐岩石所进行的以化学溶解作用为主,机械侵蚀作用为辅的溶蚀作用形成的一种绮丽的山川地貌和堆积物的总称<sup>[1]</sup>。被誉为“北国奇观”的柞水岩溶洞群就是岩溶作用的产物。

柞水岩溶洞地处秦岭南侧柞水县南约15 km的石瓮乡乾佑河上游东西两侧。岩溶洞群地理坐标为:东经109°05'36"~109°11'18";北纬33°34'12"~33°36'42"。佛爷洞洞口地理坐标为:东经109°09'36";北纬33°34'24"。溶洞区多为海拔650~2 000 m之间的中低山区。溶洞群面积约17 km<sup>2</sup>,大小溶洞107孔,初步探明具开发价值的9孔,目前开发的有佛爷洞、风洞及天洞<sup>[2]</sup>。

柞水岩溶洞区自然景观是陕西十大自然名胜之一。它是在漫长的地质历史中,经过内、外地质营力的相互作用而成的,并以“山外有山山无边,峰上有峰峰连天,洞内有洞洞成层,水下有水水叮咚”为鲜明特点的雄奇瑰丽的天然景观。为适应旅游事业的发展 and 满足游人旅游文化的需求,进一步深入系统地研究该溶洞的特征、形成过程及发展预测是当前第四纪地质和岩溶地质工作者的一项重要任务。这一工作将为旅游资源的开发、不同目的岩溶勘探预测标志的建立和提高旅游观光的层次提供更新的科学资料和信息。

## 1 岩溶洞的基本特征

柞水岩溶洞是该区岩溶地质作用所形成的千姿百态的岩溶地貌的一种,与溶洞相伴的还有千峰林立的石灰岩型峰林地貌。岩溶洞的基本形态和其内琳琅满目的岩溶沉积,构成了岩溶洞的主要特色。

### 1.1 岩溶洞的地貌特征

柞水岩溶洞集中分布于石瓮乡一带,开孔于乾佑河东侧的呼应山及西侧的天书山、西干沟及银洞沟的山腰和沟间,主要溶洞多位于海拔700~800 m,少数在1 700~1 800 m,略呈层状,星罗棋布,构成“无山不洞,无洞不奇”的溶洞群,隔乾佑河遥相呼应。溶洞群的主要代表当属佛爷洞,其洞体规模、形态及其中的岩溶堆积物既奇特又典型,除了规模稍小于广西的柳州和桂林、贵阳、鄂西及川西的溶洞外<sup>[3]</sup>,其内涵和观赏性均可与这些地区的溶洞相媲美。

佛爷洞位于石瓮乡南约2 km的乾佑河岸左壁上,洞口海拔高797 m,高出河床147 m,洞底可以断续延深至海拔660 m的当地地平面。洞体中心高5~15 m,由主洞体和上三层、下三层组成,向上、下洞身变窄,崎岖不平,方向各异。洞穴形态以管道状、串珠状和漏斗状居多,也有呈通天状、裂隙状和孤立者。佛爷洞洞境深邃,堪称幽深莫测的地下迷宫和艺

<sup>†</sup> 收稿日期:1998-06-15

作者简介:滕志宏(1939-),教授

术宝库。

除佛爷洞外,目前可供观赏和参观的岩溶洞还有风洞、天洞、百神洞、云雾洞、(水)龙洞、(玉)雨霞洞、喇叭洞、探奇洞、药王洞和金铃洞等。

### 1.2 岩溶沉积物类型及其特征

如佛爷洞,洞内由化学沉淀作用形成的钟乳石和石灰华沉积等岩溶沉积类型较全,千姿百态,奇特壮观,是一孔珍藏着由地球外动力地质作用——岩溶作用所雕塑出的自然珍品的艺术殿堂,进入其中会有琼楼玉宇、艺苑仙宫之感。

主要沉积类型可见:高悬于洞顶犹如屋檐下冰柱的石钟乳;由洞底向上生长起来的一个个孤立的石笋;石钟乳与石笋相接构成的擎天石柱;集中成群犹如塔林的石笋;连续片状石钟乳构成类似于“帷幕”的石幔;沿洞壁悬挂的石钟乳有像帘状者,也有像须状者;宽厚成层的石笋略呈莲花状。除此之外,还有位于洞底的沟槽相间的石灰华沉积。正是这些由碳酸钙物质构成的一件件晶莹剔透的石乳珍品,

才使柞水溶洞具有极高的观赏价值并成为旅游胜地。

## 2 影响岩溶洞发育的主要因素

“碧峰伴古洞,奇姿天功成”。柞水岩溶洞及其周围的诸多山峰景点纯属大自然的力作,是岩溶地质作用的产物。影响柞水溶洞形成的主要因素有:岩石性质、地质构造及水文、地貌和气候等因素。

### 2.1 岩性因素

岩石类型是影响各类岩溶地貌形成的内在因素和物质基础,柞水岩溶洞区具备了这一基本条件。

柞水县—石瓮子一带分布的岩石类型有:距今 800~600 Ma 的晚元古代上震旦统灯影组( $Z_2dn$ )、陡山沱组( $Z_2d$ )及下震旦统耀岭河组( $Z_1yl$ )的白云岩、泥灰岩夹千枚岩和火山熔岩及碎屑岩(图 1);距今约 600~500 Ma 下寒武统水口组( $\epsilon_{1s}$ )至上寒武

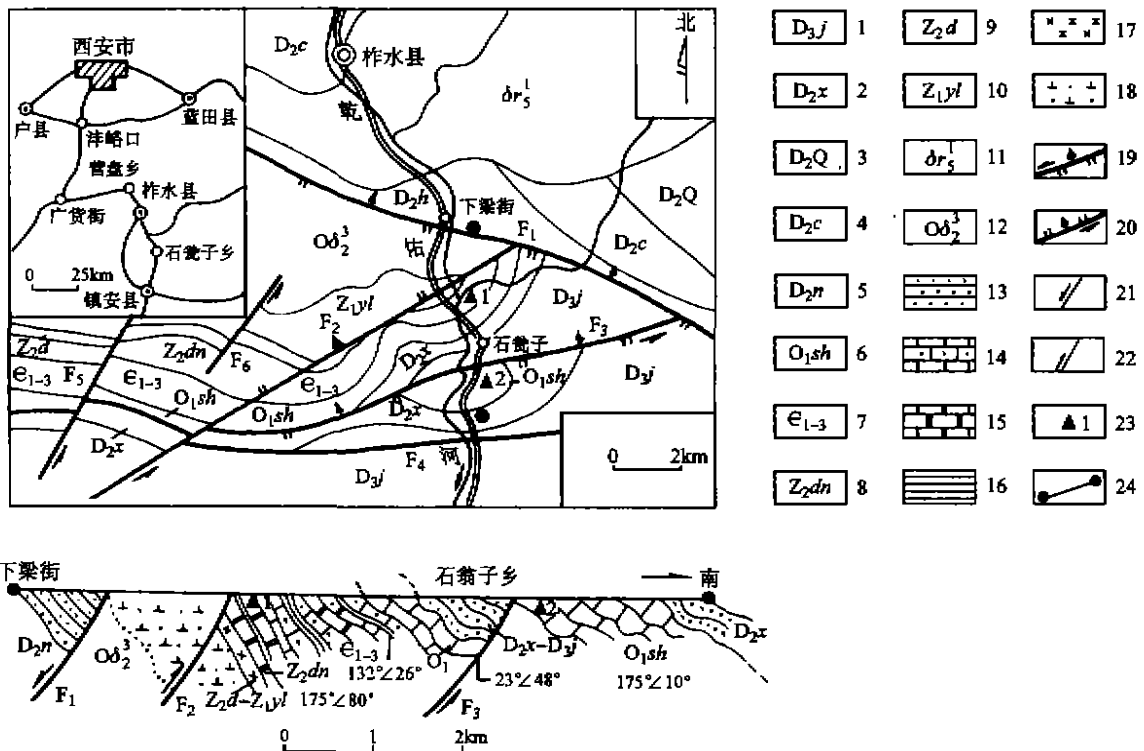


图 1 柞水地区地质构造图

Fig. 1 Geological Structure in Zhazhui Area

- 1 上泥盆统九里坪组 2 中泥盆统星红铺组 3 中泥盆统青石垭组 4 中泥盆统池沟组 5 中泥盆统牛耳川组 6 下奥陶统水田坝组 7 下寒武统水口组至上寒武统蜈蚣 Y 组 8 上震旦统灯影组 9 上震旦统陡山沱组 10 下震旦统耀岭河组 11 印支期闪长花岗岩 12 元古代晚期石英闪长岩 13 砂岩、粉砂岩 14 石灰岩、砂质灰岩 15 白云岩、白云质灰岩 16 页岩
- 17 火山熔岩 18 石英闪长岩 19 走滑正断层 20 走滑逆断层 21 正断层 22 逆断层 23 溶洞(1 为风洞;2 为天洞和佛爷洞)位置 24 图切地质剖面位置

统蜈蚣(垭)Y组( $\epsilon_3w$ )的页岩、石灰岩、砂质灰岩及白云质灰岩等;距今 500~400 Ma 下奥陶统水田坝组( $O_1sh$ )石灰岩、白云质石灰岩;距今 410~360 Ma 中泥盆统牛耳川组( $D_2n$ )、池沟组( $D_2c$ )、青石垭组( $D_2q$ )、星红铺组( $D_2x$ )及上泥盆统九里坪组( $D_3j$ )的砂岩、泥灰岩夹板岩和千枚岩等。

除上述沉积岩石外,在柞水县周围还分布有距今 230~200 Ma 前印支运动所形成的闪长花岗岩

( $\delta\gamma_3$ )及距今 800 Ma 前元古代晚期形成的石英闪长岩( $O_8\delta_3$ )。其中与该区岩溶地貌有成因联系的是奥陶纪和寒武纪石灰岩,尤其是奥陶纪的厚层石灰岩对峰、洞发育起决定性作用,佛爷洞及天洞就赋存在这类灰岩中,其他各类沉积岩和岩浆岩与岩溶地貌无直接成因联系。所有溶洞无一例外地开孔于寒武纪—奥陶纪灰岩中(表 1),故岩溶洞分布范围取决于石灰岩地层的分布范围。

表 1 主要岩溶洞所处地层层位、时代及高程一览表

Tab. 1 Layer Seat Age and Height above Sea Level of Main Karst Caves

地理位置	岩溶洞名称	地质时代	海拔/m	岩溶洞名称	地质时代	海拔/m
乾佑河东 (左)岸	佛爷洞	$O_1sh$	797	云雾洞	$O_1sh$	>700
	天洞	$O_1sh$	769	(水)龙洞	$\epsilon_{1-2}$	>1 000
	风洞	$\epsilon_1sh$	710	上天洞	$\epsilon_{1-2}$	>700
乾佑河西 (右)岸	天书洞	$\epsilon_1sh$	>800	喇叭洞	$\epsilon_{2v}$	>1 700
	金铃洞	$\epsilon_{2-3}$	1 800	药王洞	$O_1sh$	>1 700
	探奇洞	$O_1sh$	>1 700	(玉)雨霞洞	$O_1sh$	1 746
	百神洞	$O_1sh$	740			

与该区同一构造带上的寒武纪—奥陶纪石灰岩的化学分析表明(表 2):岩石中 CaO 和  $CO_2$  均属高含量<sup>[1]</sup>,奥陶纪灰岩 CaO 平均为 35.54%, $CO_2$  为 43.57%;寒武纪灰岩 CaO 平均为 38.93%, $CO_2$  为

41.94%,说明由方解石( $CaCO_3$ )组成的碳酸盐岩石具备了较强的可溶性质。两时代石灰岩中 MgO 含量居第二位,为 11.14%~15.20%,说明灰岩中占有部分较难溶蚀的白云岩或白云质石灰岩。

表 2 寒武—奥陶系部分地层石灰岩化学成分表/%

Tab. 2 Chemistry Compositions on Limestone of  $\epsilon-O$

地质时代	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	CaO	MgO	$CO_2$	$TiO_2$	MnO	样数	
奥陶系	$O_2$	7.48	0.34	0.17	40.53	9.29	41.15	0.02	0.02	2
奥陶系	$O_1$	1.29	0.12	0.04	30.55	21.10	45.98	0.03	0.01	1
奥陶系	平均	4.39	0.23	0.11	35.54	15.20	43.57	0.03	0.02	(3)
寒武系	$\epsilon_3$	1.86	0.34	0.18	30.92	20.25	45.09	0.05	0.01	1
寒武系	$\epsilon_2$	6.04	0.16	0.31	39.52	10.35	41.98	0.02	0.01	1
寒武系	$\epsilon_1$	0.73	1.63	0.80	46.36	2.82	38.74	0.05	0.03	1
寒武系	平均	2.88	0.71	0.43	38.93	11.14	41.94	0.04	0.02	(3)

由上述碳酸盐岩石组成的地层特征对岩溶洞的形成影响较大。寒武系地层是由碳酸盐岩层与非碳酸盐岩层(硅页岩、碳质板岩、铝土页岩及粉砂岩等)相间组成的互层状地层,而奥陶纪地层主要由均一的厚层状(>1 m)石灰岩、白云质泥灰岩夹薄层石灰岩组成。不同的组合特征构成不同的水文地质断面,同时也严格地控制了溶洞的发育和空间分布格局。对比之下,奥陶纪厚层石灰岩更利于岩溶作用的进行,使岩溶成片分布,且发育良好,而寒武纪地层中岩溶的发育相对较弱,岩溶零星分布。尤其是奥陶纪石灰岩,一般含不溶物较少,且结晶颗粒粗大,溶解度值大,岩溶化程度剧烈,而具有互层组合的寒武纪地层却正好相反,这也是佛爷洞为什么发育较

好的原因之一。

## 2.2 地质构造因素

岩溶地貌的发育与地质构造关系更为紧密,很多典型的岩溶区均受构造体系的严格控制。断裂和褶皱构造尤其是断裂构造发育区,沿断裂带被断层破坏的碎裂石灰岩地带岩溶发育极为强烈,故断裂(层)的规模、性质、走向,断裂带的破碎及填实程度,都和岩溶发育密切相关。柞水岩溶洞群的形成除了与岩性有内在联系外,地质构造作用的影响极为明显。主要表现在两个方面:一是早期断裂破坏了寒武纪—奥陶纪灰岩,为岩溶洞的形成创造了空间条件,加快了溶蚀过程;二是岩溶洞主体形成后,由于新构造作用使溶洞不断抬升、发生明显变位,且分布于—

定海拔高度。

由图 1 可看出,由下梁街到石瓮子,近东西向和北东向分布有 3 条大的断裂构造,即  $F_1$ 、 $F_2$  和  $F_3$ 。在  $F_1$  和  $F_2$  断层交会处的南侧分布有寒武纪—奥陶纪石灰岩层,受破坏的岩层为溶洞的发育奠定了空间条件,尤其是断裂交会处,石灰岩会极度破碎,有利于岩溶洞的发育,风洞、上天洞及龙洞的发育均与该断层及其破坏的石灰岩有直接成因联系。 $F_2$  断层属挤压性质的逆断层,断带内糜棱岩发育,胶结致密孔隙度小,在岩溶发育条件上不如张性正断层。 $F_3$  是使寒武纪—奥陶纪地层破坏较大的断层,属一张性正断层,断层南侧的奥陶系灰岩上升并发生褶曲,地层变缓(倾角  $10^\circ$  左右),石灰岩强烈破碎,糜棱岩很少,断裂带及岩石裂隙宽大,透水性强,为典型岩溶洞的发育创造了条件。佛爷洞就发育在受正断层极度破坏的层厚质纯的奥陶纪石灰岩中,洞的主体位于  $F_3$  带上及其以南的灰岩中,天洞和云雾洞也同处于这一地质构造带上。

除此之外,奥陶纪石灰岩的层理构造,即产状严格控制了地下水的流态。奥陶纪石灰岩的层理面向南缓倾斜,而  $F_3$  的断裂带则向北陡倾斜,但走向均近东西向,这与佛爷洞内洞体大致呈  $80^\circ\sim 120^\circ$  方向延伸基本一致,洞内各层的总体上下展布方向也同岩层倾斜面和断面倾斜方向相关。如百神洞的串珠状和风洞的长廊式洞体结构就与这种面有直接成因关系,即倾斜地层面和断面可增加水流的扩展面,有利于岩溶的发育。发生在晚第三纪以来的新构造运动的间歇性抬升(河床相对下切),使已形成或正在形成的岩溶洞分期抬高至现今位置并呈成层性质,发生了明显的垂向上的变位。

仅从岩性和构造因素分析,可望在距石瓮子以西和西南方向 14 km 的大磨沟和梓桥沟一带发现乾佑河溶洞群以外的新岩溶洞,最有希望的地段应位于  $F_2$  断层南段和  $F_3$  断层切割寒武纪—奥陶纪石灰岩的沟谷两侧岩壁处,但规模可能不会太大。

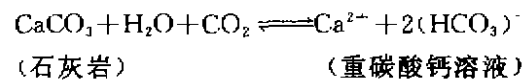
### 2.3 水文和地貌因素

柞水岩溶洞的发育,气候条件起了很大的作用。气候是由降水量和气温决定的,降水量越大,碳酸盐浓度越低,气温越高,水流循环越快,溶蚀量增大,岩溶也愈发育。另外,受气候影响,在植被茂密区,由生物化学作用产生的  $\text{CO}_2$  及有机酸可增强水的溶蚀能力。

柞水县地处秦岭南坡,大部分地区属暖温带,河谷盆地具凉亚热带气候特点,低山区,年平均气温

$12.6^\circ\text{C}$ ,极端最高气温  $36.9^\circ\text{C}$ ,平均年降水量  $743\sim 930\text{ mm}$ ,平均相对湿度  $75\%$ ,年日照量  $2\,049\text{ h}$ 。据第四纪更新世古气候分析,柞水地区古温度和降水量要远大于现今,这一气候条件为本区岩溶洞的形成创造了适宜环境。岩溶洞形成的水动力条件主要包括地表水及地下水两部分。根据柞水岩溶洞群分布在乾佑河两侧的特点及岩溶洞的展布方向,可认为岩溶洞的形成既具有地表地下水的化学溶蚀作用,同时兼有乾佑河床流水的定向侵蚀-溶蚀作用,二者缺一不可。地表水由地表经常性下渗,在倾斜或直立岩层及断裂发育区下渗水流大增。

地下(表)水对石灰岩的溶蚀能力主要取决于水的溶蚀性,尤其是水溶液的成分。柞水溶洞处多为酸性水溶液,水质类型多为  $\text{HCO}_3^-$ -Ca-Mg 型,矿化度低,游离  $\text{CO}_2$  含量高,溶蚀和侵蚀作用强烈。其化学反应式如下:



其中  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{HCO}_3^-$  以离子形式溶于水,当水中的  $\text{CO}_2$  浓度过大时,部分  $\text{CO}_2$  则进入空气,同时析出碳酸钙沉积,形成各种岩溶堆积体。此外,水的溶蚀能力与水的流动方式关系甚大,有流速较稳定、水流渗透系数小于  $1\text{ m/d}$  的层流和流速较快、水流渗透系数大于  $5\text{ m/d}$  的紊流两种,本区以后者为主。

根据柞水溶洞区的年平均气温和降水量及所处的气候带来看,与湖北长江三峡相近,其单位面积溶蚀量在  $220\text{ t/km}^2$  左右,年溶蚀率为  $0.06\text{ mm/a}^{[5]}$ 。

从现今乾佑河的形态与岩壁上佛爷洞所处的地貌特征看,佛爷洞位于现乾佑河的凹岸一侧,且洞口朝向乾佑河上游,说明佛爷洞的形成与古乾佑河的凹岸侵蚀有成因联系。同样,其他岩溶洞伴随乾佑河而出现,说明其形成与乾佑河的侵蚀和所补给的大量地下水及溶蚀有密切关系。

根据柞水岩溶洞所处的地质、地貌和气候水文条件及其相互关系分析认为:该岩溶洞群的成因类型主要有溶蚀-侵蚀型、溶蚀-构造型及溶蚀-侵蚀-构造型。即岩溶洞的基本发育规律正寓于可溶性岩石、断裂构造与水流的矛盾运动之中。

## 3 溶洞发育过程和地质时代估算

### 3.1 溶洞发育的地质过程

根据区内地质构造发育历史,结合岩溶洞特征,柞水岩溶洞群形成的地质历史为以下几个主要时

期。

3.1.1 寒武系—奥陶系石灰岩形成时期 大约距今 600~400 Ma 前,柞水—佛坪一线以南处于浅海环境,沉积了寒武纪和奥陶纪的海相石灰岩地层。这种沉积为以后岩溶洞的发育奠定了物质基础。之后,从泥盆纪开始,本区海水后退,海洋逐渐缩小,陆地增加。

3.1.2 石灰岩发生变形变质时期 在距今 230 Ma 前,柞水县一带发生了一次较晚期的构造热活动,即印支期岩浆活动,形成闪长花岗岩( $\delta\gamma_1^1$ )。由于岩浆的侵入,使区内以寒武纪—奥陶纪地层为主的先期岩层发生褶皱断裂(如  $F_1-F_6$ ),破坏了石灰岩的完整性,为岩溶的发育创造了构造空间条件。

3.1.3 岩溶洞形成及抬升时期 随着地质构造的活动,本区自距今约 24.0 Ma 的晚第三纪开始随秦岭主峰一起隆升,并同时揭顶、风化和剥蚀。到了距今约 2.48 Ma 的第三纪末第四纪初期,由于该区强烈隆升,乾佑河逐步成形。与此同时,乾佑河及其所提供的地下水及地表水开始对揭顶出露的石灰岩进行溶(侵)蚀作用,最后形成现今的岩溶洞景观。

溶洞形成分 3 个主要阶段:①初期阶段,水流通道以层流为主,侵蚀、溶蚀占主导地位;②中期阶段,形成集中通道和暗流,以化学和机械沉积为主,溶蚀作用减弱;③晚期阶段,由于新构造抬升,水流动性质转为渗滴水流,逐渐变为干涸,溶蚀、沉积渐趋停止,洞体离开河床发生变位(图 2)。

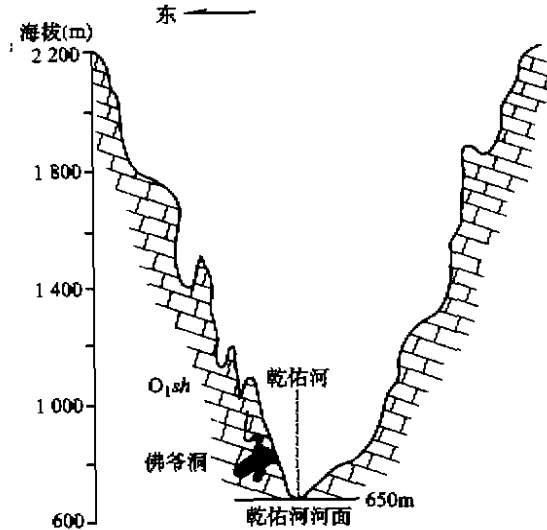


图 2 佛爷洞及其变位图

Fig. 2 The Cave of Buddha and Change of Seat

### 3.2 岩溶洞形成的地质时代估算

对岩溶地貌形成地质时代的研究,一是通过对岩溶沉积物的放射性同位素测年获得,另一个是根据新构造运动隆升速率及其所引起的岩溶洞等岩溶地貌的变位关系间接估算相对地质时代。本文鉴于取样的限制,采取后一种方法。

根据我国西北地区新构造运动研究,普遍认为由距今约 24.0 Ma 的晚第三纪开始,地面山、盆开始分化,秦岭山脉开始隆升,长江、黄河水系开始定向,溶洞进入主发育时期。现今乾佑河流域山体最高处海拔高约 2147 m(灯盏窝)。考虑到剥蚀情况,暂取 2200 m 作为计算依据(这同 24.0 Ma 前形成的华山南峰期古夷平面的海拔 2161 m 基本一致)<sup>①</sup>。

现今乾佑河河面海拔高 650 m(图 2),佛爷洞洞口海拔高 797 m。以佛爷洞为例计算如下。

(1) 溶洞区新构造运动平均抬升速率:

$$2200\text{ m} - 650\text{ m} \div 24\ 000\ 000\ \text{a} = 0.065\ \text{mm/a}.$$

(2) 佛爷洞最晚形成时代:

$$797\ \text{m} - 650\ \text{m} \div 0.065\ \text{mm/a} = (\text{距今})2.26\ \text{Ma 前}.$$

(3) 佛爷洞主体形成需要时间:

$$(\text{主洞高 } 10\ \text{m} \div 2) \div [(40\ \text{mm/ka} + 10\ \text{mm/ka})^{\text{②}} \div 2] = 0.2\ \text{Ma}.$$

即佛爷洞主体形成始于距今约  $2.26\ \text{Ma} + 0.2\ \text{Ma} = 2.46\ \text{Ma}$  前。这一地质年龄正与 A·考克斯古地磁年表中松山反极性世与高斯正极性世的转向期 2.48 Ma 基本一致(属于第三纪末期或第四纪早期)。这同曾昭璇研究我国南方岩溶地貌形成时代所获得的晚第三纪末期的结论是完全一致的<sup>①</sup>,同时也与这一地质时期的温湿气候环境相吻合。岩溶洞形成的准确地质年龄有待进一步测定,目前的估算仅供参考。

对于佛爷洞主洞体以上的部分及其他高于 800 m 的岩溶洞群,不排除有早于 2.46 Ma 前形成的可能。除此之外,各溶洞由于现今地表水的下渗,仍在不断缓慢地进行各种岩溶地质作用,但速率小,规模不大。

① 滕志宏, 华山地区地质地貌综合研究报告, 西北大学, 1997. 18~26

② 张孝越, 中国岩溶理论研究的新进展, 中国科学院地质研究所岩溶组, 1993. 66~67

## 参 考 文 献

- 1 杜恒俭,陈华慧,曹伯勋.地貌学及第四纪地质学.北京:地质出版社,1981
- 2 冀显银,张 德.可爱的柞水.西安:陕西人民出版社,1995
- 3 中国地质科学研究院.中国岩溶.上海:上海人民出版社,1976
- 4 陕西省地质矿产局.陕西省区域地质志.北京:地质出版社,1989
- 5 任美镔,刘振中.岩溶学概论.北京:商务印书馆,1983
- 6 曹昭璇.论我国南部喀斯特地形的特征.中国岩溶,1982,1(1):27~33

(编 辑 张银玲)

## An Analyse on Geological and Geographycal Causes of Formation of Natural Karst Caves in Zhashui, Shaanxi

TENG Zhihong<sup>1)</sup> CAI Qiufang<sup>1)</sup> YU Meiyin<sup>2)</sup>

(1)Department of Geology, Northwest University, Xi'an, 710069;

2)Tourist Company of Zhashui County, Zhashui, Shaanxi, 711400)

**Abstract** Accoding to field work and comprehensive analysis and study of the Karst caves on their distributive characteristics, sadimentary types, developing condition and developing process as well as estimation of their geological age. It is initially concluded, that Karst caves and other secondly Karstic topography fromed mainly because water (or groundwater) permanently corroded (or eroded) carbonate rocks of ordovician ~ cambrian which formed before 600~400 Ma. Fault structures provided good space condition for Karstic action and neo-tectonic elevation for the displacement of Karst caves. Among the Karst caves, the main part of Buddha Cave, Sky Cave and wind Cave were formed in 2.46Ma, that was Late Neogene of Early Quaternary.

**Keywords** Karst Coves; geologically forming reason; Zhashui Shaanxi