

压性构造对岩溶发育的控制作用

——以贵州普定地区为例

阎长虹¹⁾, 王玉英¹⁾, 罗国煜¹⁾, 陈明珠¹⁾, 詹启伟¹⁾, 陈喜²⁾, 郭军辉¹⁾, 郑军¹⁾

1) 南京大学地球科学系, 南京, 210093;

2) 河海大学水文水资源及水利工程科学国家重点实验室, 南京, 210098

内容提要: 笔者等在贵州普定进行野外水文地质调查时发现, 这一地区向斜轴部有地下河和溶洞发育, 有的沿较大规模的压性断层带发育, 其走向与褶皱轴线或压性断层走向一致, 对此做了一些探讨和研究。研究结果显示, 在构造应力场作用下, 岩层变形逐渐加大, 继而形成构造形迹一向斜构造, 同时伴随发育的压性断裂, 在其轴部局部应力场作用下, 上部继续受压, 下部转为拉张, 且产生放射状张裂隙; 而规模大的压性断层, 如逆断层等, 其断层带受强烈挤压破碎, 具有隔水作用, 断层上盘的拖曳褶皱使岩层中张裂隙发育。该类张性裂隙有利于地下水的赋存、径流和岩溶发育。这是对传统地质构造控制岩溶认识的一个完善和推进。

关键词: 岩溶; 褶皱; 压性断裂; 岩溶地下水; 贵州, 普定

地质构造对岩溶发育的控制作用一直是岩溶研究领域的研究重点。一般研究认为, 北方岩溶发育受断裂控制, 而南方岩溶发育受地形地貌控制, 受断裂构造控制不明显; 同时, 传统研究认为主要是张性断裂构造对岩溶发育起控制作用, 这一认识被岩溶界的学者所公认(许述礼, 1994; 檀伊洛, 1993; 李振宏等, 2003; 张彦林等, 2006; 钱海涛等, 2005; 李永乐, 1993; 易连兴等, 2006; 余秋生等, 2005)。然而笔者等在贵州普定进行野外水文地质调查时, 发现这一地区向斜轴部发育有不同规模的地下河、溶洞等, 有的沿较大规模的压性断层带发育, 其走向与褶皱轴线或压性断裂的走向一致, 对此笔者等做了相关研究和分析, 这里就向斜构造和压性断裂构造对岩溶发育的控制作用研究所取得的成果和认识作一介绍。

1 普定地质构造和岩溶发育特征

1.1 普定地质构造发育特征

普定位于扬子板块上扬子断块内, 三级构造单元属黔北台隆和黔南台陷连接处(曹建华等, 2004; 俞锦标等, 1990)。从区域地质构造特征来看, 本区

主要褶皱构造有大窝背斜、普定复式向斜、关定庄背斜等, 断裂构造主要分布于大窑—马场间、化处—老水母间、操子堡—关定庄间, 形成断层群, 总体构造线方向是北东和北北东向, 组成本区基本构造轮廓(图1)。地层岩性为古生代—中生代的一套浅海或滨海相沉积岩, 主要为灰岩、泥灰岩、白云岩等。区内山川、谷地、洼地, 以及地下河的发育和其分布范围、展布方向等, 均受这一构造特征控制和影响。

1.1.1 普定复式向斜

普定复式向斜是研究区内规模最大的褶皱, 总的呈NNE向延伸, 长22km, 最宽达20km, 两翼表现为不对称的斜歪褶皱, 南东翼相对较平缓, 而北西翼较陡, 内部还发育了一系列的次级褶皱, 如一棵树一新屯向斜等。普定复式向斜整体可分为南、北两段, 北段大致包括陇戛、河头到普定县城, 南段从普定县城到化处、皮官堡一带。北段相对狭窄, 扬起端越过三岔河, 南扬起端较宽缓, 范围达化处、水坝堡、余官屯一线, 平面上略呈北窄南宽的三角形。

普定向斜核部由三叠系关岭组第三段第二、三亚段组成, 西翼与大窑背斜相连, 东翼仅出露下三叠统永宁镇组。轴部自北向南大致位于河头、陇戛岩

注: 本文为国家科委973项目(编号2006CB403204)的成果。

收稿日期: 2007-12-06; 改回日期: 2008-03-09; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 阎长虹, 男, 1959年生。现为南京大学地球科学系教授、博导。长期从事水文地质工程地质教学和研究工作。Email: yanchh@nju.edu.cn。

成地下河。

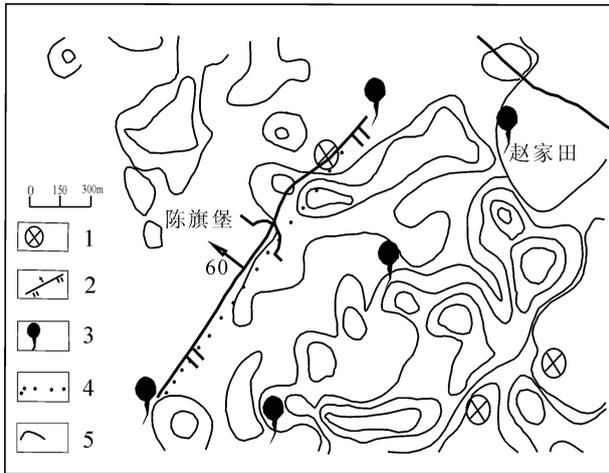


图2 陈旗堡村西地下河与断层的关系

Fig. 2 The relationship of underground river with fault at Chenqibao

- 1—落水洞; 2—逆断层; 3—泉; 4—地下河; 5—等高线
- 1—aven; 2—reverse fault; 3—spring; 4—underground river;
- 5—contour

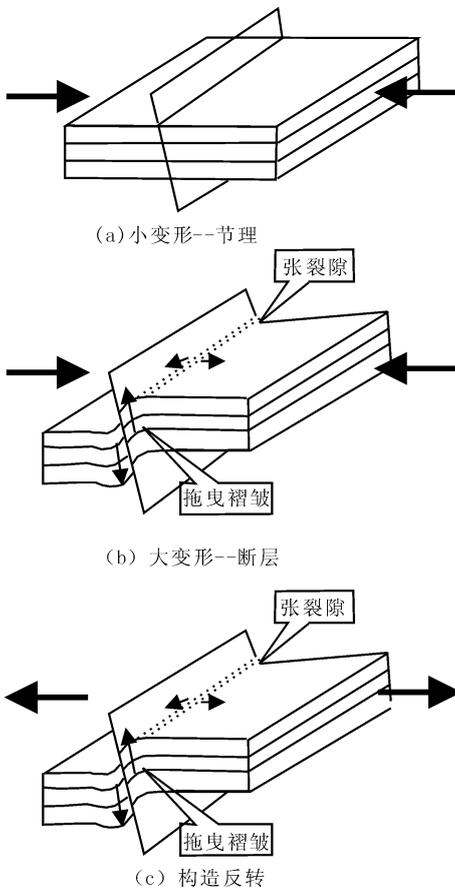


图3 逆断层形成应力分析

Fig. 3 Stress analysis of thrust fault forming

2.2 向斜构造对岩溶发育的控制作用

在普定复式向斜研究区的东翼由一个背斜和向斜构成,其中向斜位于一棵树到新屯之间,笔者等将其称为一棵树一新屯向斜,该向斜长约24km,宽5km,呈北东10°~15°方向延伸。为一个比较宽缓的长条形向斜构造。向斜东、西翼均被断层切割,其中间下陷成一地堑。本区断层非常发育,其走向与向斜轴线方向基本一致,呈NNE向,断层性质张性、压性均有,且以张性为主。向斜内岩溶非常发育,两条地下河的走向以及天窗、泉分布排列与区内断层一致(图4)。从图中可以看出,一棵树地堑中发育的岩溶都处于断层发育的区域,且大部分分布于断层倾向的一侧。

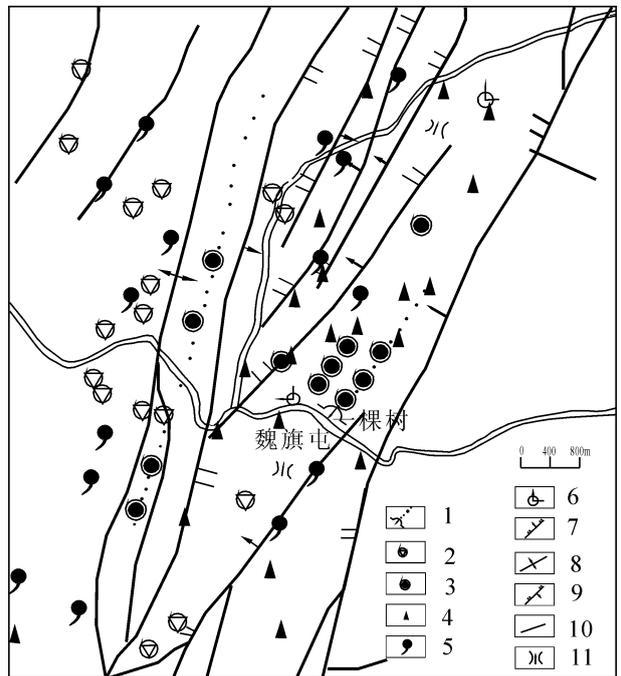


图4 一棵树一新屯向斜与岩溶发育关系图

Fig. 4 The karst developing were controlled by

Yikeshu—Xitun synclinal

- 1—地下河出口; 2—漏斗; 3—天窗; 4—峰; 5—泉; 6—劫夺湾;
- 7—正断层; 8—背斜; 9—逆断层; 10—性质不明断层; 11—风口
- 1—debouchure; 2—cone region; 3—skylight; 4—mountain peak;
- 5—spring; 6—elbow of capture; 7—normal fault; 8—antiline; 9—reverse fault; 10—character unknown fault; 11—wind gap

这里对一棵树一新屯向斜构造及内部断层的形成机理作进一步分析(图5)。同样从岩石力学角度将向斜形成过程分为四个阶段。第一阶段为弹性变形阶段,地层在构造应力场作用下受挤压;第二阶段,随着构造应力继续作用,在最大主压应力方向垂直方向形成压性构造,最常见背斜和向斜构造,并伴

随发育压性断裂;第三阶段,褶皱变形进一步加大,在向斜轴部形成局部应力场,在其作用下,中和面以上的地层继续受压,而以下地层受拉,并在向斜轴部的下部产生放射状的张断裂,原压性断裂则表现为上部压缩,下部拉张;第四阶段为构造反转阶段,在褶皱构造形成后,挤压应力逐渐释放、消散,特别是喜山期构造运动使本区快速抬升,最大主应力方向发生改变,向斜内的部分断裂由压性转为张性。这也是一棵树—新屯向斜内为什么以正断层为主的主要原因。

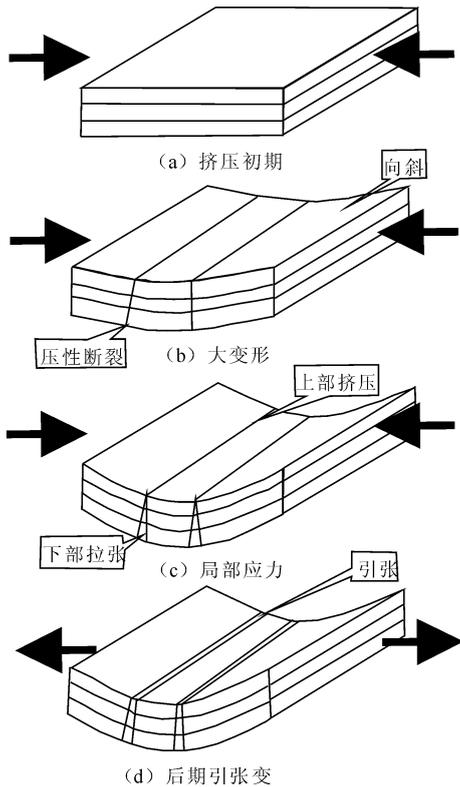


图5 向斜构造局部应力场分析

Fig. 5 Stress analysis of synclinal forming

一棵树地堑中仍保存向斜的构造形态,向斜轴部为三叠系关岭组碳酸盐岩,这为岩溶发育提供了物质基础,向斜构造两翼地层向轴部倾斜,有利于地表水和地下水的汇集。从一棵树—新屯向斜构造形成机理分析结果和实际构造地质情况来看,向斜轴部张裂隙发育,这为地下水赋存和径流提供了空间,所以在该向斜轴部溶洞、泉和地下河非常发育,且溶洞的走向和泉的排列方向与向斜轴线走向平行。

由上述分析可以看出,地质构造因素对岩溶地下水及岩溶发育的影响是通过岩体破裂和变形表现

出来的,断层或裂隙是岩体内地下水的径流通道,然而不同力学性质的断裂,断层破碎带岩体的破裂程度及充填情况差异很大,一般来说,断层破碎带往往是富水的,但被挤密或胶结后将起阻水作用,因此断裂构造带的性质不同,其水文地质意义不同。褶皱构造对地下水赋存、径流和岩溶发育的影响,是通过内部发育的各类断裂构造以及局部应力场影响而发挥作用。

3 结论

通过对普定地区岩溶水文地质调查和压性构造对岩溶发育控制作用机理研究,取得以下认识。

(1)传统研究认为张性构造利于岩溶发育,而压性构造不利于岩溶发育。这一认识对于规模小的构造如节理等是正确的,而对于规模大的构造如逆断层、褶皱等就不一定合理了。

(2)对于规模大的压性断层,如逆断层等,其断层带受压挤密,有隔水作用,断层上盘的拖曳褶皱使岩层中张裂隙发育,有利于地下水的赋存、径流和岩溶发育。

(3)在褶皱构造中往往伴随发育与褶皱轴线平行的压性断裂构造,在其局部应力场的作用下,向斜构造的压性断裂其上部继续受压,而下部转为拉张,且产生放射状张裂隙,同时在后期反转应力作用下,部分压性断层发生反转,这些构造断裂有利于地下水的富集、径流和岩溶发育。

参 考 文 献 / References

- 曹建华,袁道先,章程,蒋忠诚. 2004. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统. 地球与环境, 32(1): 1~8
- 李永乐. 1993. 浅谈密县地区断裂构造与岩溶及岩溶水的关系. 中国岩溶, 12(1): 67~75
- 李振宏,贾建恒,冯武军. 2003. 断裂和不整合面对古岩溶的控制作用. 海相油气地质, 8(1): 87~91
- 钱海涛,王思敬,袁代江,严福章. 2005. 某水利枢纽坝区构造特征及其对岩溶发育规律的影响. 地球与环境, 33(4): 47~52
- 檀伊洛. 1993. 叠加构造及其对岩溶地下水的控制作用. 山西地质, 8(2): 203~210
- 许述礼. 1994. 地质构造演化对岩溶发展的控制性探讨. 红水河, 13(1): 11~13
- 易连兴,张之淦,李孟德,李学政. 2006. 单斜构造岩溶含水层及其岩溶渗漏条件分析——以湖北淩水江坪河水电站河湾地块为例. 中国岩溶, 25(1): 29~34
- 余秋生,张发旺,韩占涛,于艳青,薛忠岐. 2005. 地球化学模拟在南北古脊梁岩溶裂隙水系统划分中的应用. 地球学报, 26(4): 375~380
- 俞锦标,杨立铮,章海生,方明泽,幸访明. 1990. 中国喀斯特发育规律典型研究. 科学技术出版社. 北京: 24~38
- 张彦林,李生永,付东林,崔旭东. 2006. 陇东盆地西部岩溶地下水形

成机制研究. 中国地质, 33(6): 1393 ~ 1399

Compressive Structure's Control on the Karst Development

YAN Changhong¹⁾, WANG Yuying¹⁾, LUO Guoyu¹⁾, CHEN Mingzhu¹⁾,
ZHAN Qiwei¹⁾, CHEN Xi²⁾, GUO Junhui¹⁾ ZHENG Jun¹⁾

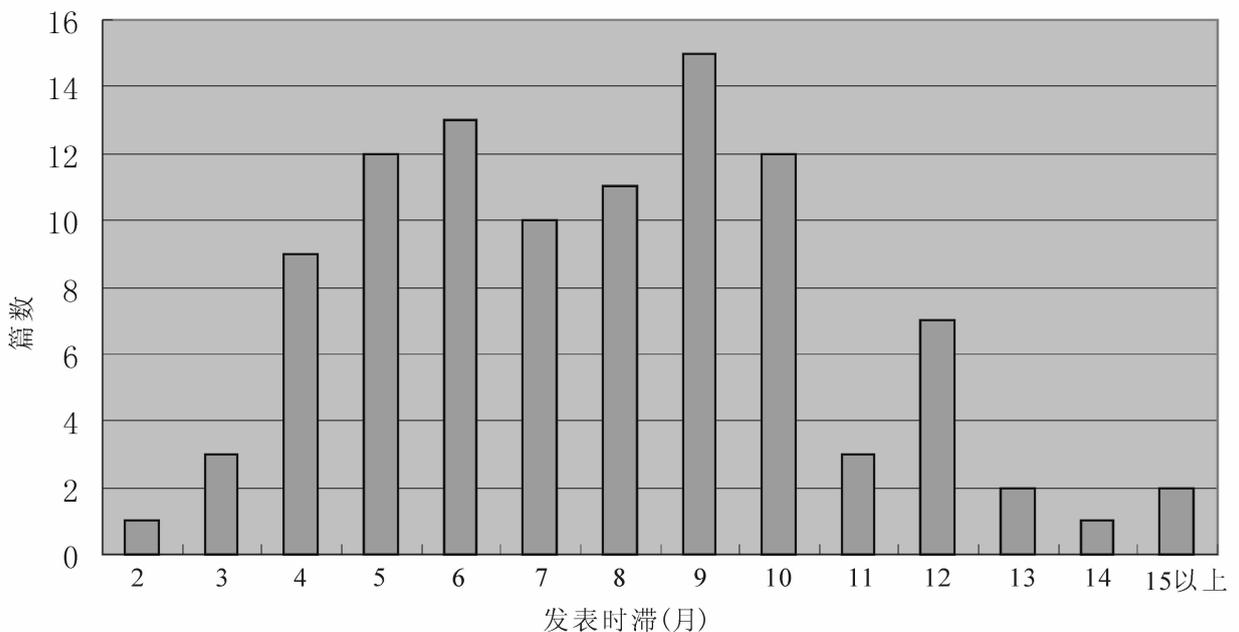
1) Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093;

2) Key State Laboratory Hydrology—water Resources and Hydraulic Engineering Science,
Hohai University, Nanjing, 210098

Abstract: Based on karst hydrogeological investigation, there are many underground rivers and caves developed in the synclinal axis, and some are developed along large-scale compressive fault zone in Puding county, Guizhou province, their trend agrees with synclinal axis and compressive fault. Their mechanism of compressive Structure's control on the karst development had been explored in this paper. Under the action of tectonic stress field, the distortion of rock bed gradually increased, and then the syncline formed, meanwhile, due to local stress of the synclinal axis, the upper rock bed of the syncline continued to be compressive, and the lower rock bed of the syncline turned to be tensile, and the radial tensile cracks formed. At the large-scale compressive fault, such as thrust fault, the fault zone were mightily compressed and cracked, and obstructed water. Because of the towed fold of compressive fault, the tensile cracks of hanging block were developed. This kind of the tensile cracks were beneficial to the occurrence and flow of groundwater and karst development. It gives great impetus to the knowledge of geological structure controlling karst development.

Key Words: Karst; fold; Compressive fault; Puding county; karst groundwater

《地质论评》2007 年度论文发表时滞统计图



注:发表时滞是指从编辑部收到论文初稿到刊物正式发行所用的时间,在这一时间内主要进行专家审稿、编辑修改、作者修订、编委会审定、排版、校对、出版社审定、印刷、装订等。

