

# 湖北 水文地质工程地质

湖北省水文地质大队科技成果交流会论文选编

1984

# 湖北省水文地质大队

承担环境地质、水文地质、工程地质、旅游地质勘察和技术咨询，热忱为广大用户服务。

湖北省水文地质大队拥有科研、生产、管理多种技术人员三百余人，技术力量雄厚，是一支从事环境地质、水文地质、工程地质的专业化队伍，从五十年代建队以来，曾先后进行过长江三峡、丹江口、漳河水库、长江大桥工程地质勘察和其它环境地质、水文地质、工程地质勘察研究任务，占有湖北省境内系统的环境地质、水文地质、工程地质资料，有多项科研成果获得全国科学大会奖和部、局奖励。与全国数百个科研、勘察、院校单位有着广泛的联系，愿为您提供技术服务，保证使您满意。

## 经营服务范围

厂（场）基、水库、坝址、桥梁、道路、堤防、涵闸、洞室、高层建筑物的工程地质勘察，评价和防护处理方案的选择；地下储热、储冷工程勘探；山区找水勘探和成井；城市和厂矿供水水文地质勘察；水资源（包括地下热水）调查评价，地区和城市环境水文地质、工程地质调查，环境质量预测和评价，旅游地质资源的开发，评价和利用，各类天然建筑材料的勘察与评价；各类钻井工程施工，水泵安装，二氧化碳和焦磷酸钠洗孔（井）；水质化验分析，岩土化学分析，岩矿鉴定，土工试验，物化探，测量绘图，各类图件的放大、缩小和制印，资料复制；勘探机械、仪器设备维修等。

联系地址：湖北江陵

联系单位：湖北省水文地质大队

电报挂号：3055

电话：6624

## 湖北水文地质工程地质

一九八四年 总第14期

内部刊物 注意保存

编辑者 湖北省地矿局水文地质专业科技情报分所  
湖北省水文地质大队科技情报组

印刷者 湖北石首印刷厂

出版日期 1985年4月

湖北水文地质工程地质  
(内部刊物, 注意保存)

一九八四年 (总第十四期)  
湖北省地矿局水文地质专业科技情报分网 编  
湖北省水文地质大队科技情报组

## 目 录

- 氡位素氟在孝感城关供水水文地质工作中的应用.....李继昌 (1)
- 神农架主峰一带第四纪冰川地貌的初步认识.....李 晓、李运平 (9)
- 恩施地区主要环境地质问题和岩崩、滑坡分布规律.....徐开祥 (18)
- 遥感技术在神农架幅水文地质工程地质普查中的应用  
.....李 晓、张吉森、文 兵 (26)
- 湖北省主要地方性疾病与环境地质.....马天顺 (34)
- 对神农架地区剥夷面的初步认识.....李 晓、干银波 (42)
- 地质钻探中的护壁堵漏.....生产技术科 (49)
- 鄂西山区与山体稳定有关的环境工程地质问题.....于远忠 (55)
- 梭布垭泥石流形成条件.....徐绍宇 (71)
- 编后说明..... (75)

# 同位素氚在孝感城关供水 水文地质工作中的应用

李继昌

同位素对地下水具有良好的标记作用，是应用同位素方法研究水文地质课题的依据。自五十年代国外在水文地质研究中应用同位素方法以来，目前发展迅速，国外也做了很多的研究工作，对水文地质过程的研究定量化、微观化和阐明水文地质过程的机理起了良好的作用。

查明地下水的补给来源，阐明其规律性是水文地质工作必须研究的课题之一。常规的水文地质条件分析法只能定性分析，同位素方法可以弥补定性描述的不足，以数据表征水质点的运移规律，有助于对这一课题研究的深化。

本文试图利用水中同位素氚的含量变化规律，论证孝感城关地区地下水开采条件下的补给来源，以便为孝感城关地区合理开采、利用和保护地下水资源提供佐证，为应用同位素方法研究水文地质课题积累点滴参考资料。

氚 ( $H^3$  或  $T$ ) 是氢 ( $H^1$ ) 的放射性同位素，它的核内包含一个质子和两个中子，质量为 3，半衰期为 12.26 年。氚衰变的最后产物为稳定同位素氦 ( $He^3$ )。氚为自然和人工工作的产物，自然氚由宇宙起源的中子和质子流冲击大气中的氮和氧核而成。氚浓度单位以 TU 表示 (TU 为 Tritium unit 的缩写)，一个氚单位相当于每  $10^{18}$  个氢原子中有一个氚原子的浓度，即相当于 1 升水中有 3.2 微微居里/升 ( $3.2 \times 10^{-12}$  居里/升) 或相当于每升水中每分钟 7.2 衰变数 (7.2 dpm/升水)。

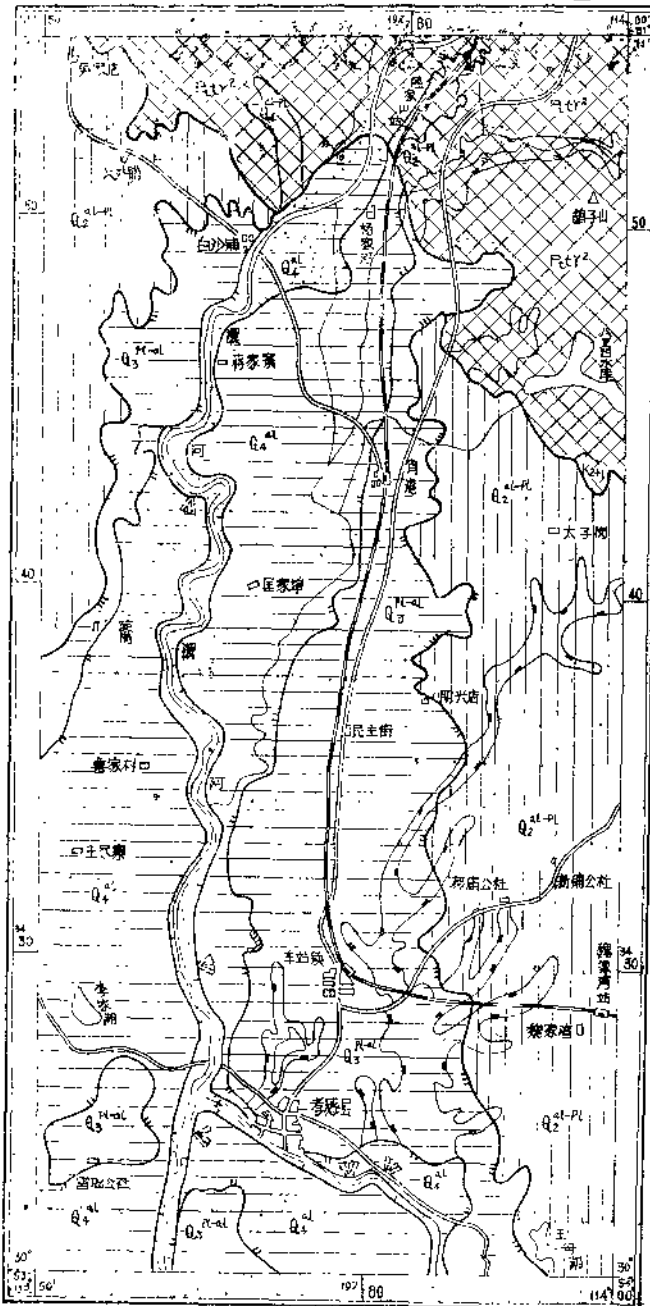
## 一、基本情况

孝感城关地区位处江汉平原东北边缘潯河东岸一、二级阶地之上。地势北高南低，较为平坦。该区地表水体发育，有潯河自北而南流经该区西侧，因人工改道而被遗弃的潯河原中下游段，自北西往南东斜贯该区南部，潯河的弃置汉河断续分布于西部一级阶地之上，东部和中部发育三条主要冲沟，均向北溯源。塘堰星罗棋布，水体覆盖面积约占 10%。全区广布第四系松散堆积层 (图 1)。

该区自上而下埋藏两个含水层组。上部含水层由粘性土覆盖，自上而下为粘土、亚粘土、亚砂土，除河床附近外，厚 5.55—16.98 米，河床附近较薄，为 0.5—3.08 米，局部缺失。含水层主要由第四系上更新统洪积——冲积成因的砂、砂砾石层组成，厚度自北往南递增，变化于 11.43—19.96 米之间。含水层底板为上第三系的粘土岩、砂质粘土岩、含砾粘土岩或

渭河中游段河谷地貌地质略图

图 1



图

例

	1		11
	2		12
	3		13
	4		14
	5		15
	6		16
	7		17
	8		18
	9		19
	10		20

- 1 丘陵状平展 2 坡状平展 3 倾斜状平展 4 一级阶地 5 二级阶地 6 三级阶地 7 漫滩 8 冲沟洼地 9 牛轭湖 10 河流决口扇 11 第四系全新统冲积层 12 第四系全新统淤积—洪积层 13 第四系上更新统洪积—冲积层 14 第四系中更新统冲积—洪积层 15 中生界白垩系 16 元古界红安群塔儿岗组 17 地貌单元分界线 18 地层界线 19 岩性界线 20 水系

砂岩、砂砾岩等。该含水层赋存孔隙承压水。承压水头在漏斗中心区之外围高于含水层顶板3.13—9.28米；在漏斗中心附近地下水水位低于含水层顶板而呈无压水，中心井水位进入含水层内约6.92米左右。下部含水层组由上第三系砂岩、砂砾岩组成，为一个多层结构的含水层组，由5—6个具有一定连通关系的含水层组成；中间间隔4—5层相互组合成层但延伸不一的相对隔水层和弱透水层。含水层厚46.66—91.09米。地下水赋存于砂岩、砂砾岩的裂隙孔隙中，具承压性，承压水头高于含水层顶板约11.58—31.63米。

两含水层组的分布颇广，上部含水层东止于该区三级阶地前缘，北延至山前河流出口附近，向西向南均延伸颇远。下部含水层组受下第三系红层构成的沉积基底形态的制约，呈馒头状分布于沉积盆地中。上、下两个含水层组之间的相对隔水层连续性差，局部地段成透水窗，两含水层愈往北连通性愈好。上、下两层水水位具差异性，上部第四系孔隙水在开采漏斗之外围，较下层水水位高，在漏斗中心区则相反，而低于下层。由于上述的水文地质条件，造成该区地下水的补给来源颇为复杂。

据水样中环境放射性同位素氙的分析资料，该区1981—1982年大气降水氙含量为57.6 TU，地表水为27.5—30.0 TU。地下水中的氙含量各地有别，且随其埋藏深度不同而显差异，最高为41.1 TU，最低仅1.1 TU（表1）。

表1 地下水中氙含量范围一览表

含水层 (组、段)	含水层(组、段) 底板埋深(米)	取 样 数 (个)	氙 含 量 (TU)																			
			≤2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
第四系 含水层	19.71—33.31	14		0	0	0	0		0			0		0	0			0			0	0
上第三系 含水层	上段 66.84—80.71	8	0	0	0	0																
	下段 (组) 98.77—144.27		2	0	0																	

## 二、地下水年龄的估算

环境天然放射性同位素随大气降水渗入地下后，不受任何外界条件（温度、压力或化学组分）的影响，而以一定的速率衰变，每种放射性同位素的半衰期是一个常数。同位素随时间的衰变服从于指数定律，即：

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t \quad (2)$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} \quad (3)$$

式中:

$N_0$  为地下水补给时放射性同位素的浓度;

$N$  为地下水样品中放射性同位素的浓度;

$\lambda$  为放射性同位素的衰变常数, 以表征放射性同位素的衰变速度;

$t$  为放射性同位素从浓度  $N_0$  衰减至浓度  $N$  的时间。

氡的衰变常数为 0.0561。由 (1) 经下列推导而得:

$$\text{以 } N = \frac{1}{2} N_0, N_0 = 1 \text{ 代入 (1)}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda t$$

$$\lambda = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{t} = \frac{0.693}{t}$$

氡的半衰期 ( $T$ ) 为 12.26 年, 故  $\lambda = 0.0561$ 。

由于同位素的衰变服从上述指数定律, 故能起到放射钟的作用, 为跟踪水样在其水循环及混合过程中提供一个重要的标志, 并为我们估算水样年龄提供佐证。大气层中的环境放射性同位素氡随大气降水参予地球中水的循环, 故可从地下水中氡含量的高低推断大气降水渗入地下的时间, 估算地下水形成的年龄。

孝感城关地区上部第四系孔隙水中氡的含量范围为每升水 3.5—41.1 TU, 平均为 15.69 TU, 含量较高, 相当于目前地表水氡含量之半强, 而高于 1953 年以前形成的地下水中氡含量的 7—8 倍, 说明其形成时代较晚。据文献资料, 估算地下水的年龄, 主要根据是否受核爆炸氡污染的影响来判断水的新老。由于氡测定地下水年龄的方法刚研究出来, 1953 年便开始了核试验, 核爆炸产生的氡, 使降水中的氡由原来的几 TU 增大到几十 TU, 地下水中的氡含量小于 2 TU 肯定为 1953 年以前形成的。据此, 孝感城关地区上层水形成的时间为二十世纪五十年代后期以及后来大气降水渗入补给的, 部分地段的高氡水是近十年内渗入补给的。而下层水大部氡含量小于 2.9 TU, 说明未受核爆炸氡污染的影响, 表明该层水形成时间较早, 多为五十年代以前, 甚至可以追溯到第四纪以前形成的。

根据地下水形成年龄推断, 孝感城关地区上层水具有近源补给的特征, 径流条件较好, 水交替循环较快; 下层水近源补给不明显, 径流条件较差, 水交替循环较缓慢。

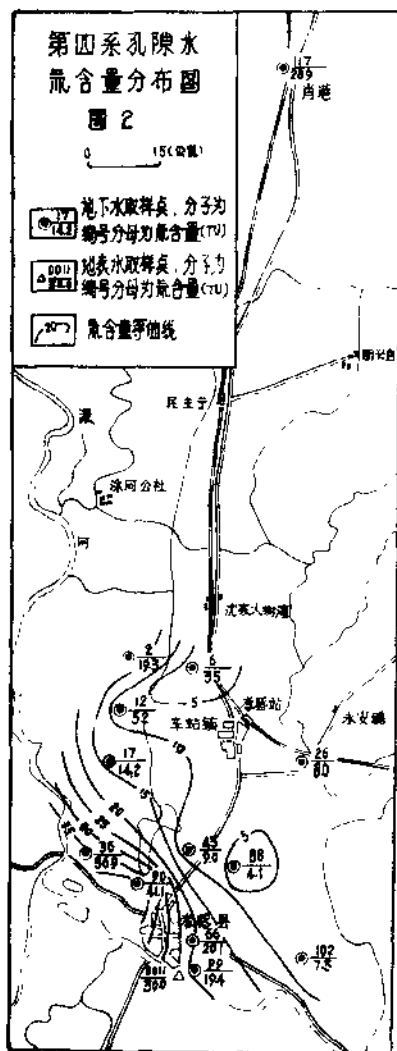
### 三、地下水补给条件的分析

图 2 展示孝感城关地区上部第四系含水层地下水氡含量的平面分布规律, 图中显示:

- 1、地下水氡含量近河地段较高, 为 10—41.1 TU, 远河较低, 为 7.5—10 TU;
- 2、该区中部局部地段氡含量最低, 为 3.5—5 TU;
- 3、该区以北肖港一带氡含量较高, 达 28.9 TU, 较区内北部高。

分析氡含量的上述分布规律, 可以弄清地下水的补给来源。

由于环境放射性同位素氡随大气降水渗入地下后, 随着地下水运移除不断地进行衰变外, 尚进行混合(弥散)作用, 地下水水中氡含量的差异正是上述作用的综合反映。因此, 接受大气降水或高氡水补给的地下水, 含氡量高的分布地段距补给源较近, 反之则远; 而接受低氡水补



给的地下水, 在补给源附近, 氡含量相对较低。据此可知, 孝感城关地区上部第四系孔隙水的补给源地主要有二, 其一是该区以北肖港至陆家山附近, 尤其是陆家山附近漯河出山口的河床地段; 其二是流经该区西部和南部的漯河、老漯河河床以及弃置汉河等。地表水通过河床下部弱透土层或局部透水窗渗入补给地下水, 使沿河地段的地下水氡含量高达14.2—41.1 TU, 平均25.2 TU, 接近目前河水氡含量27.5—30 TU的水平。据此推测, 地表水渗入地下时的氡含量略高于目前河水的氡含量。按地下水高氡含量带的分布范围推算, 目前河水(包括弃置汉河及个别塘堰)补给的影响宽度已达1.2—2.5公里。在影响带以外地下水氡含量介于7.5—9 TU之间。除腹部局部地段外, 氡含量无明显异常, 表明该区东部即二级阶地后缘不存在补给边界。

上部第四系孔隙水除上述补给来源外, 局部地段尚接受下伏上第三系含水层的越流补给或绕渗补给, 由于上第三系含水层低氡水(1.1—2.9 TU)的上泄, 与上层含氡7.5—9 TU的水相混, 从而形成该区腹部局部氡含量小于5 TU(含量为3.5—4.1 TU)的混合水封闭圈。

进一步分析第四系孔隙水氡含量的分布规律还可得知:

1、大气降水渗入地下的途径, 主要是通过河水的间接作用, 即主要沿河床呈带状的入渗, 面状的垂直渗入不明显, 故高氡水的分布不显面状特征而依河呈弧形分布。

2、造成第四系孔隙水氡含量的上述分布特征与该区大量开采地下水, 加速地表水的渗入和下层水的越补密切相关。为该区地下水在开采状态下能获得有关的激化补给量提供了佐证, 亦是分析地下水资源形成的重要依据。

3、依地下水氡含量的不同, 概算地下水实际流速为0.69—2.44米/日, 平均为1.21米/日(表2)。水质点的运移速度较为缓慢。地下水流速各地有别, 与含水介质的不均一性相关, 亦与地下水的混合作用和人为的间断开采造成地下水流的动荡, 回流等因素有关。

4、以地下水氡浓度等值线与地下水水位等值线(图3)相比较, 发现其形态不尽重合。如等水位线的高值在该区的西北部, 其形态围绕漏斗中心呈近似园形分布; 氡浓度等值线的高值在该区的西南部, 其形态呈明显的不对称性。图2、图3的低值中心也不重合。因此, 地下水等水位线反映的等压面形状, 尚不能园满地解决地下水的补给来源问题, 而同位





下部裂隙孔隙含水层中氡水的衰减方向基本与水压面倾斜方向一致(图4),是与地下水补给来源在本区西北部,上下两含水层之间无相对隔水层的部位由第四系孔隙水的直接渗

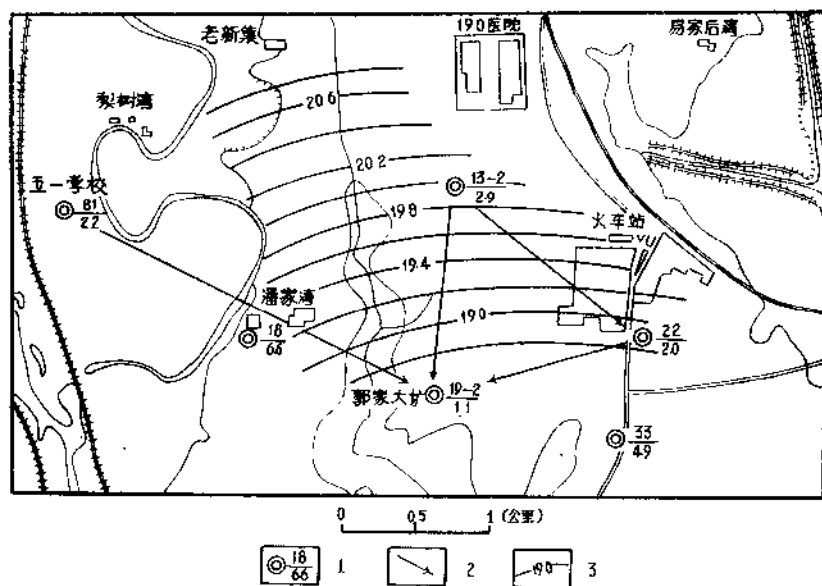


图4 Ⅱ第三系Ⅱ含水段裂隙孔隙水氡含量分布图

1 取样点, 分子为编号, 分母为氡含量(TU) 2 氡含量  
 衰减方向 3 地下水水位高程等值线(米)(实测日期1982年12月15日)

入相关,这与水文地质条件的分析是完全相吻合。按氡含量估算,上第三系裂隙孔隙水的径流速度为0.21—0.69米/日,较上层流速慢,与含水层的泥质半固结程度亦相匹配。按区内上、下两层水氡含量平均值估算,如上层水通过弱透水层能垂直越补下层水,并与下层水均匀相混约需36年左右,表明两层水在区内面状相互影响程度较弱,上层水对下层水的补给作用主要通过透水窗来实现。故下部含水层局部地段的氡含量较高,如18号和33号孔,氡含量为6.6—4.9TU,可能是这一现象的反映,也可能受沿套管壁漏水作用的影响有关。

#### 四、结 语

同位素氡是确定地下水年龄、研究地下水形成的有效方法之一,它可以弥补常规的水文地质方法的不足。是水文地质勘察的重要手段。因此,广泛应用同位素方法将会收到较好效果。正如张人权付教授所云,“可以预料,在水文地质研究中引入同位素方法与数学地质方法,必将深刻改变水文地质的技术方法与基本理论,推动在很大程度上仍是描述性的水文地质学向定量的严密的科学发展。”

由于笔者水平所限,错误之处难免,敬请不吝指教。

### 主要参考资料

- (1) 张人权《国外水文地质研究中应用同位素方法的现状》 水文地质工程地质  
1981年第6期
- (2) 张人权等编译《同位素方法在水文地质中的应用》 地质出版社 1983年  
2月
- (3) 江苏省地质局第一水文地质队常州地质组《利用同位素组分研究常州地下水资源的初步尝试》
- (4) 长春地质学院杨成田主编《专门水文地质学》 地质出版社1981年7月

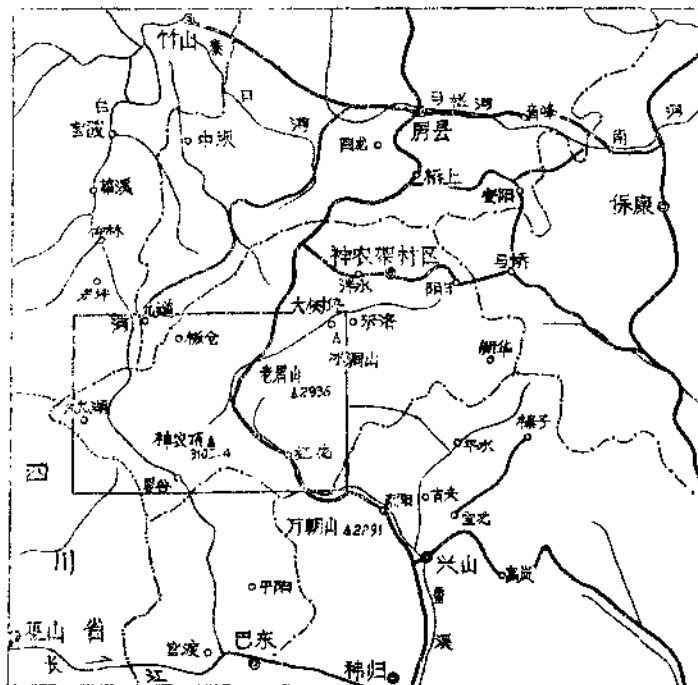
# 神农架主峰一带 第四纪冰川地貌的初步认识

李 晓      李运平

笔者有幸参加了我队于一九八二年至一九八三年开展的1:20万神农架幅区域水文地质普查工作,接触到了神农架地区部分第四纪冰川遗迹。该区第四纪冰川遗迹后期已遭破坏,多数已支离破碎,仅局部地区保留了一些相对较完整的冰蚀地貌和冰碛物。现将神农架主峰一带第四纪冰川地貌的初步认识介绍于后。由于笔者水平有限,又是第一次接触古冰川地貌,错误之处在所难免,敬请批评指正。

## 一、地理、地貌、地质概况

神农架主峰位于神农架林区的西南部(图1)。神农架地区是我国西部高山和青藏高原



1. 县区政府所在地, 2. 公社所在地, 3. 省界, 4. 陡崖, 5. 公路, 6. 县公路, 7. 河流及流向, 8. 山峰高程, 9. 神农架主峰一带范围

图1 神农架主峰一带位置图

向东部低山丘陵的过渡地带。区内岭峦叠嶂，群峰耸立，山势雄伟，山脊的高程多在5100米以上，主峰一带的高程多在2000米以上，高程超过3000米的山峰有六个，最高峰神农顶高程为3105.4米。神农架地势居华中之首，素有“华中屋脊”的美称，又为长江和汉江一、二级支流的源头和分水岭。峰谷间相对高差较大，一般在1000米以上，为中深——深切切割，深沟峡谷到处可见。

气候上，神农架又处北亚热带和北暖温带气候的过渡地区，能受到湿热的东南季风和干冷的北方大陆高压的双重影响。由于地势高峻、峡谷深切，立体小气候十分明显，具有“山高一寸，大不一样”的特点，因此，南北方的气候特征在该区都可出现。神农架主峰一带属寒温带中山—高中山潮湿气候，年平均气温低于5℃，最低气温可达-32℃，等于或大于10℃的积温仅500℃，无霜期少于120天，水热系数大于3，年降雨量1500—1800毫米，是鄂西北的降雨中心。

神农架主峰一带主要以神农架群乱石沟组 (Pt<sub>li</sub>)、大窝坑组 (Pt<sub>dw</sub>)、矿石山组 (Pt<sub>k</sub>)、台于组 (Pt<sub>t</sub>) 的白云岩、泥质白云岩、硅质条带白云岩为主，并夹有板岩、砂岩等；次为元古代的辉绿岩 (βu<sub>2</sub>)、细碧岩 (βu<sub>2</sub>) 侵入体和震旦系 (Z)、寒武系 (ε) 下部的白云岩、砂岩、页岩等。构造上处于神农架穹窿状背斜的核部，其北西向断裂较为发育 (图2)。

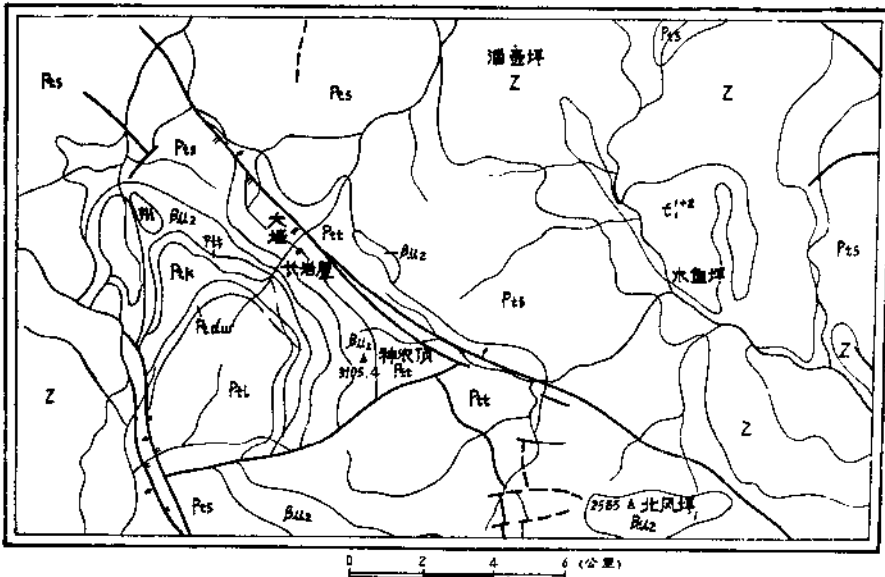


图2 神农架主峰一带地质略图

## 二、第四纪冰川遗迹——冰蚀地貌及冰碛物

在神农架主峰一带，保留相对较完整、较典型的第四纪冰川遗迹，主要有冰斗、刃脊、水蚀谷、悬谷等冰蚀地貌和冰碛泥砾、马鞍石、漂砾等冰碛物，其分布位置见图3。

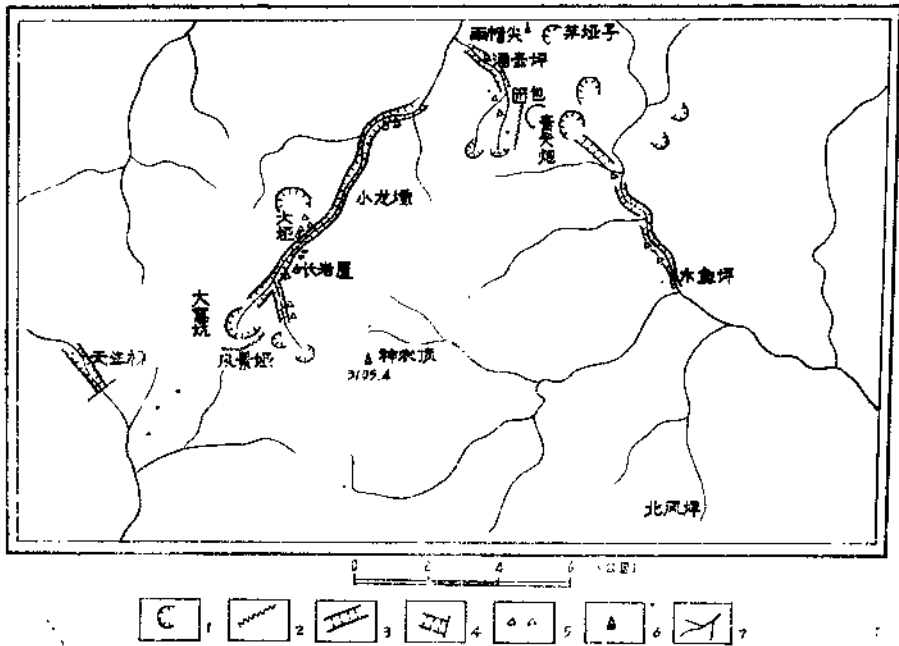


图3 神农架主峰一带第四纪冰川遗迹分布图

1. 古冰斗 2. 刃脊 3. 冰蚀谷 4. 悬谷 5. 冰碛物 6. 高程  
7. 冰永

### (一) 冰蚀地貌

1、冰斗：冰斗是山岳冰川典型的冰蚀地貌之一。神农架主峰一带所见的古冰斗分别发育在三个不同的高程上。第一组古冰斗的产出高程为2600—2400米，分布于神农顶西北侧的大窝坑、大垭和雨帽尖下的茅垭子等地。该组冰斗斗口的直径200—1000米，冰坎已被近代溪流或洪流侵蚀冲刷毁坏，仅个别冰斗可见残存的冰坎遗迹。较为典型的是大窝坑冰斗，其面积约1平方公里，斗底至斗口高约200米，斗壁坡角 $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$ ，冰斗的出口方向为北 $40^{\circ}$ 东，可见残存的冰坎，冰坎下有较典型的“U”型谷（即冰蚀谷）。第二组古冰斗的产出高程为1700—1900米，见于酒壶坪、团包和主峰西部的大九湖、小九湖等地。其斗口直径100—500米，斗口面积0.3—0.5平方公里。此组冰斗由于所处岩性软弱和后期破坏较严重，保存不太完整，但在大九湖一带还可见到较明显的冰斗和刃脊。第三组古冰斗的产出高程为1400—1200米，见于青天炮、主峰北东部的大树坪等地。青天炮冰斗保留较完整、较典型。该冰斗底部高程为1400米，可见残存的冰坎，出口方向为南 $30^{\circ}$ 东，紧接平直的冰蚀谷。大树坪冰斗，底部高程为1200米，由于其位处北坡，产出高程略偏低。

2，刃脊：主要见于神农顶西侧风景垭一带、青天炮西侧和大九湖等地。刃脊的完好程度也密切与地质构造和岩性相关。风景垭一带所见的刃脊，高程在2800—2900米，所处构造部位为神农架背斜轴部，展布方向与构造线垂直，岩性以硅质条带白云岩、白云岩为主。由于所处构造部位有利，岩性质坚而抗风化力强，因此能残存至今。大九湖一带的刃脊，高程

在1900米左右，展布方向也与构造线垂直，岩性为志留系（S）的砂质页岩、粉砂岩及白云岩、灰岩透镜体等，相对质坚而抗风化力强，因而也残留下来。其余地段的刃臂，因所处岩性软弱，含泥质成份较多，遭后期风化，淋滤等作用，已被破坏殆尽了。

3. 冰蚀谷：主要见于小龙潭、酒壶坪、青天炮至木鱼坪等地。按高程冰蚀谷亦分三级，与上述古冰斗对应，上游接古冰斗出口，组成一完整的冰蚀地貌。小龙潭冰蚀谷，高程为2500—2200米，上游接大窝坑，大垭冰斗的出口，谷底开阔平直，横断面呈“U”型（照片一）。

其长约6公里，呈北东向延伸，谷纵向有二、三个台阶，高数米至数十米不等，见有湿地和侧碛（照片二）分布。上游谷底宽100米左右，下游谷底宽50米左右，具有区别于一般河流谷地的典型的冰蚀谷特征。酒壶坪冰蚀谷，高程1850米左右，长近2公里，谷底宽200—50米，呈北西向延伸。谷底平直开阔，目前除发育有沼泽湿地外，还堆积有后期的泥石流、洪积扇等。青天炮冰蚀谷，谷底高程1400—1300米，纵坡降0.1左右，底宽40—60米，呈南东向延伸，谷坡坡角 $50^{\circ}$ 左右。该冰蚀谷在1.5万分之一航片和照片上影像清晰可辨。木鱼坪冰蚀谷实为青天炮冰蚀谷的下游段，与青天炮冰蚀谷呈50米左右高的台阶相接，木鱼坪冰蚀谷谷底高程1200米左右，底宽100—100米，谷左侧坡角大于 $70^{\circ}$ ，有的近于直立，见有冰蚀三角面。



照片一 小龙潭冰蚀谷



照片二 小龙潭冰蚀谷

4. 悬谷：悬谷是山岳冰川地貌的特有现象，也是鉴别古冰川的标志。神农架主峰一带所见较典型的悬谷是猴子石南东侧天生桥悬谷。该谷呈北西向发育，谷底宽50—100米，纵坡降0.05，横剖面呈“U”型。至天生桥南东，谷底以平均0.6的坡降而高悬于另一条呈北北东向发育的沟谷之上600米。悬谷平行于构造线，并沿着坚硬的白云岩（Z<sub>3</sub>d<sub>n</sub>）和较软弱的炭质页岩（Z<sub>3</sub>d）的界面发育（图4），地质条件甚为有利。目前悬谷上游为一干谷，下游有点溪流。

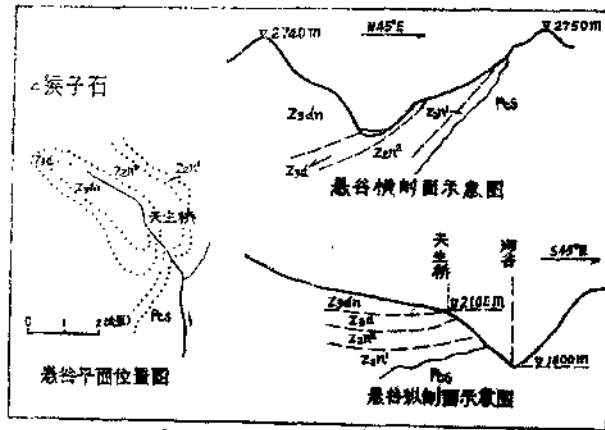


图4 天生桥悬谷示意图

## (二) 冰碛物

神农架主峰一带，多处见有冰碛物。这些冰碛物主要为冰碛泥砾、漂砾、马鞍石等。由于成生的时代，抗风化力等不同，冰碛泥砾的分布高程、风化程度、颜色等亦不同。在上述分布于木鱼坪、酒壶坪、大垭和小龙潭一带三个不同高程上的冰蚀谷内，都发现有相应的冰碛泥砾、漂砾等。

在高程为2500—2200米的小龙潭冰蚀谷两侧，分布有冰碛泥砾等冰碛物。大垭冰斗前缘所见的冰碛泥砾，呈半弧形垆岗状分布，构成冰碛堤。堤长100米左右，底宽20—30米，高20—50米。泥砾表面已风化，呈桔黄色，内部较新鲜而未遭风化的泥砾呈灰色。砾径一般0.3—1厘米，浑圆状，成分以石英为主。上部有融坠型冰碛，主要由10—15厘米长的块石组成，另外还见有长达2—3米的大漂砾坠于泥砾之上。在小龙潭冰蚀谷上游右侧的冰碛物中见有马鞍石，其小者长20厘米，大者达120厘米，一般30—50厘米。

在酒壶坪冰蚀谷的左侧冰斗前缘，也见有冰碛堤。由于修建仓库开挖出的新鲜断面，把该冰碛堤揭露得很清楚。该堤底宽25米，高12米，长达100余米，可见冰碛泥砾风化较深，呈深褐色，排列杂乱无章，大小混杂。砾石主要为一些具压坑、无清晰擦痕的扁平鬃斗石，砾径一般10—20厘米，成份主要为震旦系陡山沱组(Z<sub>sd</sub>)白云岩，绝大多数被压裂或冻裂。该冰碛堤底部高程1850米，在1.5万分之一的航片上影像清晰可辨。

木鱼坪冰蚀谷右侧见到的冰碛泥砾，现已构成三级阶地，高出现代河床约50米。冰碛泥砾风化很深，呈暗红色，成分以粘土、砂质粘土为主，残存有不风化石英砂砾，砾径一般0.3—0.5厘米，呈半胶结状，大小混杂，无分选。在冰蚀谷底见有大漂砾(照片三)。漂砾岩性为神农架群台子组(P<sub>tt</sub>)石英砂岩，呈半棱角状或浑圆状，其上有压坑、擦痕等。

上述冰蚀地貌保存的完好程度、分布高程和冰碛物分布位置、风化程度，不仅显示了它们是不同的冰期的产物，而且还表明分布位置愈高，风化愈弱、保留得愈好的冰碛物所形成的时代愈晚。





照片三 木鱼坪公路边的大漂砾

### 三、冰期划分与对比

综上所述，神农架主峰一带的第四纪冰川遗迹基本上分布在三个高程上：大窝坑、大垭、小龙潭一带的冰斗底部高程为2800—2400米，冰蚀谷和冰碛物分布高程为2500—2200米，冰碛泥砾风化程度较浅；酒壶坪一带的冰蚀地貌和冰碛物则分布在1900—1700米高程上，冰碛泥砾的风化程度次之；青天炮、木鱼坪一带的冰蚀地貌和冰碛物分布高程较低，为1400—1200米，冰碛泥砾风化也相对最深。根据这些现象，我们将神农架主峰一带初步划分为三个冰期和两个间冰期，即：木鱼坪冰期，木鱼坪至酒壶坪间冰期，酒壶坪至大垭间冰期，大垭冰期。

发育于主峰附近的分布位置最高的大垭冰期的冰蚀地貌，遭受破坏较轻，保留得相对较完整，冰碛泥砾风化较浅等等，都可表明它们是神农架主峰一带最后一个冰期的产物。我们认为该冰期可与我国东部的最后一个冰期—大理冰期对比。因此，高程稍低、冰碛泥砾风化略深的酒壶坪冰期和高程更低、冰碛泥砾风化更深的木鱼坪冰期，可分别与我国东部的庐山冰期、大姑冰期——对应起来。见下表。

冰期、间冰期对比表

我国东部地区	神农架主峰一带
冰后期	冰后期
大理冰期	大垭冰期
庐山—大理间冰期	酒壶坪—大垭间冰期
庐山冰期	酒壶坪冰期
大姑—庐山间冰期	木鱼坪—酒壶坪间冰期
大姑冰期	木鱼坪冰期