

中国北方岩溶含水介质研究

《中国北方岩溶地下水资源及大水矿区岩溶水的预测、利用与管理的研究》项目
综 合 组*

摘要 岩溶含水介质是决定岩溶水文地质系统功能的最基本要素,是水文地质工作者长期关注的问题之一。本文把碳酸盐岩岩石学的现代理论同岩溶学、洞穴学、构造地质学与水文地质学密切结合起来,对碳酸盐岩骨架、岩溶含水空间的微观和宏观介质特征进行了深入的研究,把中国北方岩溶含水介质概化为五种类型。

含水介质被定义为:由固相组成的骨架和被骨架所包围的空隙空间。就岩溶含水介质而言,骨架就是碳酸盐岩及其组成的矿物和颗粒;空隙空间则包括孔、缝、洞。其组合形式可用一概化模型示意(图1)。

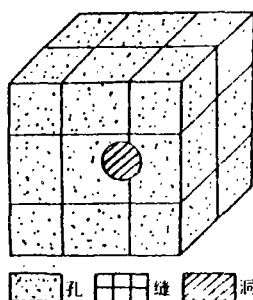


图1 岩溶含水介质概化模型示意图

Fig.1 Sketch showing summary mould of karst
water-bearing media

一、碳酸盐岩骨架

对于裂隙介质和溶洞,其骨架就是碳酸盐岩体(岩块),可以用宏观方法来研究;对于孔隙介质,其骨架则主要是组成岩石的各种碳酸盐矿物(主要是方解石和白云石)以及由它们组成的各种颗粒(结构组份)。但是碳酸盐岩本身是由各种碳酸盐矿物和固相结构组份组成的,所以从总体来说,研究各种碳酸盐矿物和固相结构组份的表面几何形状,是研究岩溶含水介质的基础工作之一。

尽管本区碳酸盐岩的结构成因类型很多,但对研究岩溶含水介质意义较大的,概括起来,

* 本文由地矿部岩溶地质研究所李洪林、何德章执笔

也不过五大类。

1. 亮晶颗粒灰岩

颗粒的形状、大小、排列方式和胶结物的胶结程度、胶结方式, 决定了这种岩石的骨架性质。

亮晶颗粒灰岩中的颗粒类型主要有鲕粒、竹叶状砾屑、砂屑、生物屑等。其中鲕粒灰岩和砂屑灰岩的原生粒间孔比竹叶状灰岩和生物屑灰岩发育。而这些原生粒间孔能否被保留及保留的好坏, 主要决定于在成岩后生变化中的胶结程度和胶结方式。本区颗粒灰岩的原生粒间孔本来是很发育的, 但由于亮晶方解石的胶结作用, 原生粒间孔几乎已被完全充填, 使岩石变得非常致密。

亮晶颗粒灰岩的单层厚度和连续厚度均较大, 在后期构造应力作用下形成的裂隙一般比较平直稀疏, 延伸性较好, 这就给地下水的渗流创造了有利条件。所以这种灰岩中的溶蚀作用一般沿裂隙进行, 由于扩张溶蚀作用, 如果形成洞穴, 则规模一般较大, 常形成廊道式大型洞穴。而且由于岩体的力学强度大, 裂隙之间的岩块和洞穴围岩具有强大的支撑能力, 具备了构成大型洞穴的骨架条件。

2. 泥晶灰岩和颗粒泥晶灰岩

这二种灰岩主要由泥晶方解石组成, 是以方解石灰泥作为主要骨架的。

原始碳酸盐沉积物的孔隙度高达50~70%, 但由于压实作用和重结晶作用, 整个岩石会变得非常致密。在含有一定量颗粒的泥晶灰岩中, 由于差异压实作用, 可能保留一部分原生孔隙。但因孔径很小, 有效孔隙度仍很低。

泥晶灰岩和颗粒泥晶灰岩的单层厚度和连续厚度一般比亮晶颗粒灰岩小, 在后期构造应力作用下形成的裂隙一般比较密集, 延伸性不好, 常受层面控制。岩溶地下水常沿层间裂隙渗流溶蚀, 并形成顺层洞穴。这二种灰岩作为整体骨架, 其支撑能力比亮晶颗粒灰岩小, 洞穴规模一般没有亮晶颗粒灰岩大。

3. 白云岩

白云岩几乎全由白云石组成, 其孔隙主要为晶间孔。因此, 白云石晶体的形状、大小、排列方式等决定了其骨架的性质。

白云石晶体愈粗, 晶形愈好, 结构愈疏松, 晶间孔愈发育; 反之, 晶粒愈细, 晶形愈差, 结构愈致密, 晶间孔愈不发育。

本区厚层糖粒状中粗晶白云岩构成了较好的孔隙骨架, 可以形成比较均匀的孔隙空间。这种岩石的单层厚度和连续厚度均较大, 在后期构造应力作用下形成的裂隙比较稀疏, 延伸性不好。地下水主要沿晶间孔比较均匀地渗透溶蚀, 结果造成了整体岩溶化作用。故洞穴不发育, 特别是大型洞穴少见。

4. “膏溶角砾状灰(云)岩”

由于膏溶角砾岩化和去白云岩化作用等, 使岩石形成大小悬殊的角砾和不规则的方解石细脉, 其骨架形状错综复杂。常形成砾间孔、网格状溶缝和蜂窝状溶孔。

作为岩层的整体来看, 由于组成的岩石岩性复杂, 单层厚度和连续厚度很小, 岩石破碎, 致使裂隙密度大, 延伸性差。虽有利于地下水的渗流, 但不利于形成大型洞穴。

5. 藻叠层石灰(云)岩

这种岩石主要由各种形状的藻叠层石组成。可分二种情况：以藻团粒或核形石为主的岩石，类同于颗粒灰岩，主要是颗粒支撑骨架；以层纹石和藻席为主的岩石，单层厚度薄，常与含粉砂石英和泥质泥晶白云岩—硅质条带或团块白云岩—硅质岩等组成频繁的韵律层理，其骨架性质类似于膏溶角砾状灰(云)岩；而以柱状叠层石为主的岩石，则单层厚度和连续厚度均较大，其骨架性质类似于亮晶颗粒灰岩或白云岩。

二、空隙空间及其结构

碳酸盐岩中的含水空间，可以根据形状、大小和成因，分为三大类，即一般人所说的孔、缝、洞。

空隙空间的多少，可以说明岩层的储水能力，而岩溶地下水在岩层中的渗流能力主要决定于连接空隙空间的通道，空隙空间与通道的组合形式称为空隙空间结构。

空隙空间结构又可分为个体结构和系统结构。所谓个体结构是指同一类空隙空间本身的形状、大小及其相互组合形式；所谓系统结构是指不同类空隙空间之间的组合形式。对于不同类型空隙空间在碳酸盐岩骨架中是如何组合的，目前还没有研究清楚，故我们主要论述个体结构。

1. 孔隙类型及结构

孔隙是指直径小于2mm的微孔及连接微孔之间的微缝隙(喉道)。其形状及结构主要在薄片或扫描电镜下观察，其数量主要通过物性测定。

(1) 孔隙类型

根据成因和形成阶段，本区碳酸盐岩的孔隙类型有以下几种，且往往与岩石类型相对应(表1)。

表1 孔隙类型划分表
Tab. 1 Division of pore types

孔隙类型	主要成因	主要形成阶段	岩石类型
粒间孔	颗粒支撑	沉积阶段	颗粒灰岩、藻团粒白云岩
晶间孔	白云岩化作用	成岩阶段	白云岩、结晶灰岩
砾间孔	真溶作用	后生及表生阶段	“膏溶角砾状灰(云)岩”
藻间孔	生物骨架	沉积阶段	叠层石灰(云)岩
粒间、晶间溶孔	压溶、溶解作用	成岩及后生、表生阶段	颗粒灰岩、白云岩
粒内、晶内溶孔	溶解作用	成岩阶段	颗粒灰岩、白云岩
膏模孔	溶解作用	表生阶段	含石膏假晶灰(云)岩

(2) 喉道

喉道通常指连接各孔隙空间的狭窄小通道,它是决定岩层渗流性能的关键因素

根据成因,喉道大致可分为四种类型:粒间缝型,一般呈弯曲状,受颗粒形状控制(图2-A)、晶间缝型,一般呈曲折状,受晶体形状控制(图2-B);解理缝型,常成组出现,互相平行排列(图2-C);构造裂缝型,一般呈直线状,较平直,长度大(图2-D)。

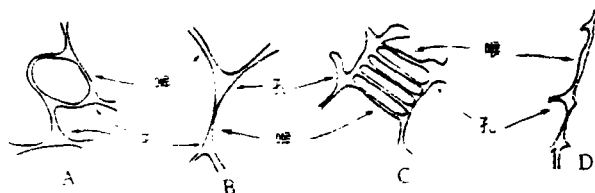


图2 喉道类型示意图(据华北油田)

Fig.2 Sketch showing types of throat

A—粒间缝型, B 晶间缝型; C—解理缝型, D 构造裂缝型

(3) 孔隙空间几何结构

孔隙空间与喉道的组合形式是复杂多样的。根据任丘油田对华北中上元古界和我们对焦作寒武—奥陶系及济南下奥陶统白云岩的研究,孔隙空间的几何结构主要有以下几种(表2、图3)。

表2 孔隙空间几何结构类型
Tab.2 Geometric structure types of pore space

几何结构类型	主要孔隙类型	喉道
无喉型(A)	粒内、晶内溶孔及部分晶间孔	无
狭长喉型(B)	粒间、晶间溶孔及粒间、晶间孔	粒间或晶间缝
短宽喉型(C)	晶间孔	晶间缝
网格型(D)	藻窗孔、砾间孔及晶间孔	裂隙缝、解理缝
裂缝贯通型(E)	晶间孔、粒间孔、砾间孔	构造裂隙缝
复合型	孔、缝、洞	裂隙缝、晶间缝

在上述类型中,最有意义的是短宽喉型,其次是网格型。它们都可视为各向同性的连续介质。而裂隙贯通型,实际上主要是裂隙介质起作用。

2. 裂隙特征及其渗透空间结构

对于我国北方岩溶地下水来说,裂隙既是储水空间,又是渗流通道。它一方面联系着孔隙,另一方面又联系着溶洞。对岩溶地下水的储渗起着特别重要的作用。但由于裂隙的空间大小和组合形式变化多端,受控的因素很多,研究起来困难很大。迄今为止,还没有取得满意的成果,这里仅根据我们所掌握的有限资料和认识水平,提出一些粗浅的看法。

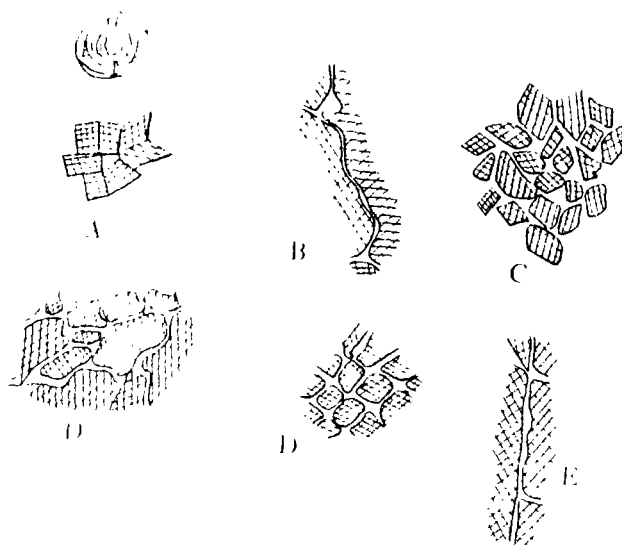


图3 孔隙空间几何结构模式示意图

Fig.3 Sketch showing geometric mould of pore space

(1) 裂隙类型及其特征

按照成因和形成阶段,裂隙类型如表3。

表3 裂隙类型划分表

Tab.3 Division of fracture types

裂隙类型	主要成因	主要形成阶段	空间大小	
			长	宽
层间裂隙	沉积分异作用	沉积阶段	数厘米至数米	数微米至数毫米
压溶裂隙	压溶作用	成岩阶段	数厘米至数十厘米	数微米
构造裂隙	构造应力作用	后生阶段	数厘米至数公里	数微米至数厘米
溶蚀裂隙	溶蚀作用	表生阶段	数厘米至数十厘米	0.2毫米至数毫米

层间裂隙: 是在沉积阶段形成的层理面, 在成岩阶段脱水收缩又受后期构造应力叠加而成。一般的规律是, 单层厚度愈大, 层理愈不发育; 单层厚度愈小, 层理愈发育。质纯层厚的亮晶鲕粒灰岩和中粗晶白云岩原来的层理面就不发育, 加上岩石力学强度大, 在后期构造应力作用下具有较大的抗应力性能, 因此层间裂隙一般不发育。薄层微晶白云岩、藻团藻席白云岩常与不纯碳酸盐岩互层或组成韵律层理, 单层厚度薄, 在膏溶作用或后期构造应力作用下易于破碎, 因此层间裂隙极不规则。成分和结构均匀、厚度中等的泥晶灰岩和颗粒泥晶灰岩, 层理最发育, 层面平整, 在后期构造应力作用下易产生比较规则的层间裂隙(照片1)。

压溶裂隙: 压溶裂隙主要表现为缝合线, 主要见于亮晶颗粒灰岩中, 泥晶灰岩次之, 白云岩

及“膏溶角砾状灰(云)岩”和藻叠层石灰(云)岩中少见。本区缝合线以微型为主,且都呈曲折状、波状,缝合面不平整,又多铁泥质充填。故就其空间和结构而言,对地下水储渗意义不大。

构造裂隙:其特点是具有明显的方向性、延伸性和穿层性,并常常成组出现,多与层面垂直或高角度斜交。裂隙的几何形状、空间位置及其组合形式受着多方面因素的控制,其中主要是岩性和所处的地质构造部位。亮晶颗粒灰岩裂隙密度和宽度均小,充填程度低,延伸性和穿层性好;厚层中粗晶白云岩裂隙密度小,宽度稍大,延伸和穿层性不够好;泥晶灰岩和颗粒泥晶灰岩的裂隙密度较大,隙宽并不大,延伸性较好,但穿层性并不好;同一层位和同一岩性的岩石在不同构造部位,裂隙发育情况有较大差别,在背斜翼部发育较差,在背斜轴部和断层带附近发育较好(照片2)。

溶蚀裂隙:单纯由溶蚀作用形成的裂隙并未见到,一般都是在原来构造裂隙的基础上,溶蚀扩大而成。特别是中奥陶统顶面上,当有松散土层覆盖和植被发育时,这种溶蚀扩大裂隙最为发育(照片3)。

(2) 裂隙的渗透空间结构

以上简单地叙述了裂隙的一般特征,这些特征概括起来就是裂隙的宽度、密度或隙间距、充填程度、发育方向及其延伸性和穿层性等,而这些特征的组合即构成了裂隙介质的渗透空间结构。

裂隙的各种特征是可以度量的,因此我们可以用数学表达式来描述,并且可以用数学模型来建立其渗透空间结构。

裂隙各参数的数学表达式如下:

$$PF_0 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \cdot \sum_{k=1}^M \cdot \frac{b_{jk} l_{jk}}{S_j} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$PF = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \cdot \sum_{k=1}^M \cdot \frac{(b_{jk} - l_{jk}) l_{jk}}{S_j} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$DF = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \cdot \frac{M_j}{S_j} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$DDF = \frac{1}{N} \cdot \frac{1}{M} \cdot \sum_{j=1}^N \cdot \sum_{k=1}^M \frac{1}{l_{jk}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$TF = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N (PF_0 - PF) / PF_0 \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: PF_0 —某测量点的平均面裂隙率;

PF —某测量点的平均有效面裂隙率;

DF —某测量点的平均面裂隙密度;

DDF —某测量点的平均隙宽;

TF —某测量点的平均裂隙充填程度;

N —某测量点的测量面总数;

M —某测量面的裂隙条数;

b_{jk} 、 l_{jk} 、 t_{jk} 一分别为某测量点的第 j 个测量面的第 k 条裂隙的宽度、长度和充填程度;

S_j 一某测量点的第 j 个测量面的面积;

M_j 一某测量点的第 j 个测量面的裂隙条数。

与孔隙介质相反,裂隙既是含水介质,又起导水作用,而且是各向异性的,一般是不连续的。因此,需用三维正交空间坐标系来表达其渗透方向和渗透速度。这就是近年来在研究各向异性介质的渗透性时广为应用的渗透张量。

裂隙介质渗透张量的数学表达式为:

$$K_i = \frac{(DDF)_i^3 \cdot (DF)_i}{12} \begin{pmatrix} (1-l_i^2) & -l_i m_i & -l_i n_i \\ -m_i l_i & (1-m_i^2) & -m_i n_i \\ -n_i l_i & -n_i m_i & (1-n_i^2) \end{pmatrix}$$

式中: $(DDF)_i$ 、 $(DF)_i$ 分别表示第 i 组裂隙的宽度和密度的统计均值; l_i 、 m_i 、 n_i 表示第 i 方向裂隙组隙面法线的方向余弦, $l = \cos\beta \cdot \sin\alpha$, $m = \sin\beta \cdot \sin\alpha$, $n = \cos\alpha$ 。

该表达式的物理意义是:渗透张量是一个具有方向性的表征渗透速度的矢量,它更符合裂隙介质在渗透性方面各向异性的特点;水在裂隙介质中的渗透速度与隙宽三次方成正比,而只与裂隙密度的一次方成正比。

3. 溶洞

广义的溶洞应包括一切因溶蚀作用形成的空间,我们已把小于 2mm 的溶孔归于孔隙类,而大于 0.5m 的洞穴,作为一种岩溶形态,将在另文论述,此处从略。小型溶洞(0.5m~0.2m)和一些溶蚀孔洞(0.2m~2mm),由于微裂隙沟通,也可成为影响地下水储渗能力的重要因素,将在下文中论及。

本区目前地表出露的洞穴大部是更新世以前形成的,大多呈沿层面发育的单一廊道式,很少有支洞,迷宫式的复杂洞穴系统更是少见。个别洞穴中有小型落水洞与下层排水空间连通,与目前的岩溶地下水存在着垂向水力联系。但现今地下水水面附近主要以岩溶泉的形式排泄地下水,除局部地段沿溶洞集中排泄,在大泉泉口附近形成管道流以外(照片4),地下溶洞不大可能成为本区地下水渗流的主要通道。

三、含水空间的测量数据

根据以上论述,碳酸盐岩的含水空间由孔隙、裂隙和溶洞三部分组成。其测量方法如图4。

为使含水介质的研究建立在实测数据的基础上,我们从1985年以来,对我国北方碳酸盐岩的孔隙度、裂隙率和溶洞率作了大量的室内外测定和统计工作,收集了有关单位的研究成果。本文将不同类型含水空间的测定数据和统计结果列表如下(表4)。

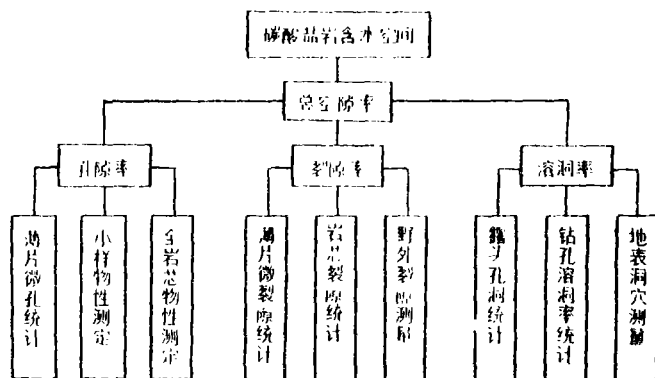


图4 含水空间类型及其测量方法框图

Fig.4 Frame sketch of water-bearing space types and its determinational method

表4 主要类型碳酸盐岩含水空间测量数据表

Tab.4 Determinational data of water-bearing space of major types carbonate rocks

岩石类型	面裂隙密度DF (条/m ²)	隙宽DDF (mm)	面裂隙率 (%)	岩块或岩 芯孔隙度 (%)	线溶洞率 (%)	岩层总 空隙率 (%)	有效含 水空间 (%)
亮晶颗粒灰岩	3.41	1.61	0.46	1.54	1.59	3.53	1.29
泥晶及微晶泥晶灰岩	7.90	1.51	0.60	1.16	2.44	4.20	3.04
膏溶角砾状灰云岩	10.17	1.38	0.83	2.78	1.16	4.77	4.77
厚层中粗晶白云岩	6.84	1.74	0.56	3.77	1.44	5.77	5.77
藻结白云岩			0.93	3.08	1.69	5.70	5.70

这里需要说明几点:

1. 关于有效孔隙度问题

在水文地质学界,有人认为岩块或岩芯物性测定的孔隙度对岩层的含水意义不大。我们认为,对这个问题要作具体分析。据研究,华北油田的碳酸盐岩,凡是孔隙度大于2%,孔隙喉道大于0.1mm的孔隙结构,都具有流体快动的渗流特征;孔隙度大于2%,孔隙喉道在0.1mm至0.2 μm之间的孔隙结构,具流体慢动的渗流特征;孔隙度小于2%,孔隙喉道小于0.2 μm的孔隙结构,属流体不动部分,是无效孔隙。故把孔隙度2%定为储层有效孔隙度的下限。我们认为,这些研究成果是值得我们借鉴的。由于水-岩界面张力一般比油大,所以水对岩石的润湿能力一般比油大。由此可知,起码大于2%的孔隙度对岩溶地下水的渗流是有效的。由表4可知,厚层糖粒状中粗晶白云岩、“膏溶角砾状灰(云)岩”及藻叠层石和藻凝块白云岩的孔隙度都大于2%,对于这几种岩石来讲,孔隙介质的作用是不能忽视的。

2. 裂隙率随埋深而变化的问题

裂隙发育受多种因素控制,除了岩性以外,构造部位、断层性质、岩层厚度和埋藏深度等都对裂隙的各几何参数发生明显的影响。

表4所列的裂隙各几何参数,不仅已经考虑了岩性和岩层厚度,而且是根据不同的构造部位大量裂隙统计的平均值,具有一定的代表性。但因种种原因,裂隙统计只在地表进行。地表测定数据不能直接应用于地下,裂隙率随埋深而变化的问题是必须加以考虑的。据美国学者D·T·Snow研究,随埋深增加,隙宽有减少的趋势(图5)。前已述及,由于裂隙介质的渗透张量主要决定于隙宽,故隙宽随埋深增加的变化规律基本上代表了裂隙介质随埋深增加的变化规律。由于我们在划分含水介质类型时,仅取其相对大小的概念,并不考虑其绝对值,因此对于地表测定的数据还是非常有意义的。

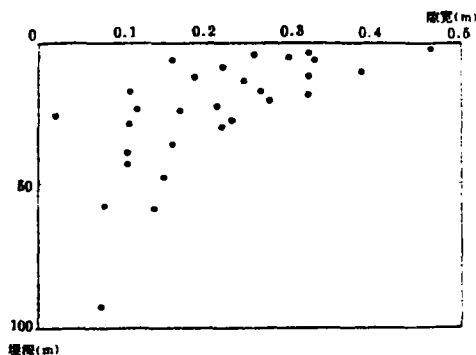


图5 隙宽随埋深的变化规律(据D.T.Snow)

Fig.5 The map showing changing law of fracture along with the buried depth

3. 关于露头孔洞率问题

在钻井过程中,钻具放空和泥浆漏失现象,在测井曲线上反映为井径扩大,两者具有较好的对应关系。故一般可用测井曲线上的井径扩大来求取钻孔溶洞率。但据统计,扩径值大于4cm,扩径高度大于0.5m才能明显反映在测井曲线上。因此,用测井扩径值所计算的钻孔溶洞率只能反映大于0.5m的缝洞。这与地表洞穴测量的溶洞率属于同一个数量级。小于2mm的孔隙已包含在孔隙度的测定数值中,剩下的是2mm至0.5m的孔洞和小洞,尚需补充测量。

华北油田曾经在辽南金州石棉矿对震旦系甘井子组硅质白云岩和北京周口店奥陶系灰岩进行模拟调查统计。他们把这一区间的孔洞率称为中间系数。经他们研究结果确定,甘井子组白云岩为0.705,奥陶系灰岩为0.157。

4. 由于不同类型空隙空间所用的测定方法不同,所求取的空隙率也具有不同的空间概念

裂隙率是用面积百分比,孔隙率是用体积百分比,溶洞率是用线段百分比。我们暂且把它们简单相加求取总空隙百分率。

四、含水介质类型及其主要特征

由上述研究可知,不同类型碳酸盐岩的裂隙发育程度虽有不同,但裂隙作为含水介质的基本要素却是一致的,在划分含水介质类型时,不仅要考虑裂隙的空间大小,还要考虑裂隙的宽度和密度;孔隙介质则不同,对于灰岩类(<2%)是无效的,白云岩类和“膏溶角砾状灰云岩”(>2%)则是必须加以考虑的一种要素;溶洞发育又另具特点,因受洞穴发育机理制约,灰岩类可以形成较大的洞穴,使含水空间极不均匀,而厚层中粗晶白云岩和“膏溶角砾状灰(云)岩”则以小洞或孔洞为主,相对比较均匀。藻粘结白云岩则属过渡类型。

综合这些因素和表4提供的数据,中国北方岩溶含水介质可概化为五种类型,其层位和岩性及主要特征如图6所示。

碳酸盐岩骨架	含水空间及其组合形式	概化模式图	主要层位	主要特征
厚层糖粒状中粗晶白云岩	稀疏裂隙—晶孔型		(O) ₁ C ₁	总含水空间大,晶间孔和小型孔洞含水,溶蚀裂隙渗流。含水性相对比较均匀,但水量一般较小。
“膏溶角砾状灰云岩”	密集裂隙—溶孔型		(O) ₁ 1.5	总含水空间中等,溶孔和小型孔洞含水,网格状溶蚀渗流。含水性相对比较均匀,但水量一般较小。
亮晶颗粒灰岩	稀疏裂隙—溶洞型		(O) ₂	总含水空间小,溶洞和溶蚀含水,构造裂隙渗流。含水性很不均匀,水量中等。
泥晶灰岩及颗粒泥晶灰岩	密集裂隙—溶洞型		(O) ₂ 2.4.6	总含水空间中等,溶蚀和溶洞含水,层间裂隙渗流,含水性不均匀,但水量较大。
薄粘结白云岩	裂隙—晶孔—溶洞型		Jw	总含水空间大,溶蚀和晶间孔及小型溶洞含水,溶蚀裂隙渗流。含水性相对比较均匀,水量中等。

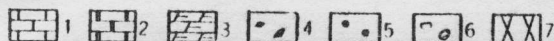
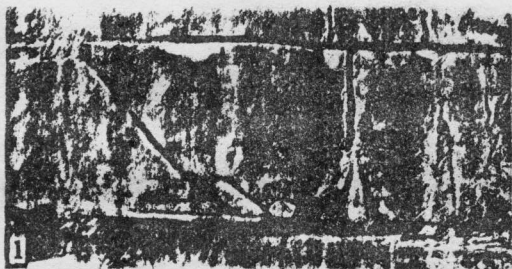


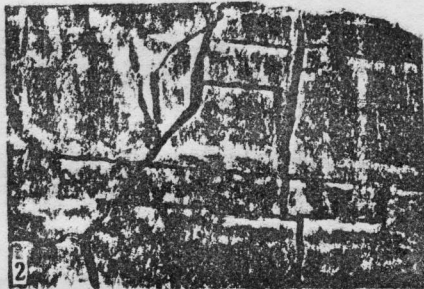
图6 中国北方岩溶含水介质类型概化模式图

Fig.6 Sketch showing summary mould of karst water-bearing media types in north China

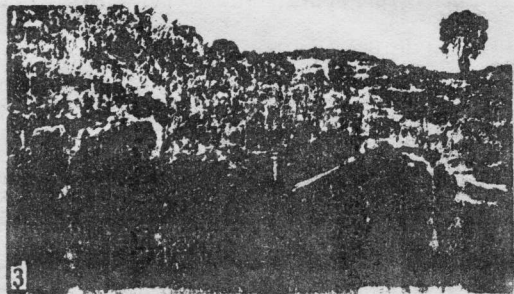
1—石灰岩;2—白云岩;3—“膏溶角砾状灰云岩”;4—晶间孔;5—溶孔;6—溶洞;7—裂隙



1. 中奥陶统泥晶灰岩中的层间裂隙



2. 背斜轴部泥晶灰岩中垂直层面和高角度斜交的构造裂隙



3. 中奥陶统泥晶灰岩顶面上的溶蚀裂隙



4. 三姑泉沿中寒武统张夏组亮晶颗粒灰岩中流出

参 考 文 献

- [1] 辛奎德 1982, 北方岩溶和岩溶水学术讨论会总结,《中国北方岩溶和岩溶水》,地质出版社
- [2] 田开铭 1964,《渗透度张量》,武汉地质学院北京研究生部
- [3] 华北石油勘探开发设计研究院 1985,《华北碳酸盐岩潜山油藏开发》,石油工业出版社
- [4] J. 贝尔 1983,《多孔介质流体动力学》,中国建筑工业出版社
- [5] 崔光中 1987,基岩裂隙、岩溶含水介质及水动力特征,《当代地质科学动向》,地质出版社
- [6] 翁金桃、陶友良、童长水等 1989,《焦作地区岩溶发育特征与含水层划分》,广西师范大学出版社

A STUDY ON KARST WATER-BEARING MEDIA IN NORTH CHINA

Working Group of the Research Project Groundwater Resources
in Karst Areas of North China and Prediction, Use and Management
of Karst Water in Mine Areas

Abstract

This paper makes a detailed study on the framework of carbonate rocks, microscopic and macroscopic media characteristics of karst water-bearing space, based on modern theory of carbonate rock petrography in combination with karstology, speleology, structure geology and karst hydrogeology.

According to a large number and a systematic determination and statistics of water-bearing space, karst water-bearing media of north China can be conceptualized into five types: sparse fissure intercrystal pore type of sugar-granular medium-coarse crystalline dolomite; dense fissure-solution pore type of brecciated gypsum-solutional lime-dolomite; fissure intercrystal pore-solution cavity type of algal stromatolite dolomite; sparse fissure solution cavity type of sparry allochemical limestone and dense fissure-solution cavity type of micrite limestone and allochemical micrite limestone. The latter two are major aquifers, but non-uniformly water-bearing, with distinct anisotropic seepage of karst water, whereas the former three are minor aquifers, though, they

are relatively uniformly water - bearing, with indistinct anisotropic seepage of karst water

Authors: Weng Jintao He Shiyi

岩溶矿床研究范畴及研究意义

——参加“第二届全国岩溶矿床学术讨论会”的点滴体会

岩溶矿床的研究自1985年第一届全国学术讨论会以来有很大的提高。1990年9月12~15日在四川会理召开的第二届全国学术讨论会,系由中国地质学会岩溶地质专业委员会、地质矿产部岩溶地质研究所和冶金部西南地质勘查局联合召开的。会议代表49人,来自全国各地八个系统的生产、科研和教学部门。会议收到论文72篇,其中选出56篇已由《中国岩溶》以增刊形式分两集出版。会议期间,代表们交流、检阅了近5年来的研究成果,并考察了会理天宝山铁矿。

通过学术交流,代表们对岩溶矿床的含义、研究内容、特征、成因分类、研究方法和近期研究方向等进行了认真的讨论。一致认为岩溶成矿作用是岩溶矿床研究的基础。

首先,关于什么是岩溶矿床目前虽有各种认识,但通过讨论,能反映目前研究水平的认识是:“以岩溶成矿作用为主导,在适宜的地质环境和物理化学条件下,有用组份经岩溶水溶解或析出,再经运移,最后聚集于有利空间形成可供利用的地质体”。这一含义,概括了岩溶矿床的成矿基础、成矿条件和成矿过程。但鉴于目前在岩溶地区的一些矿床,其形成并不以岩溶成矿作用为主导,但与岩溶作用有关,因此宜归属为“与岩溶有关的矿床”,以避免与上述岩溶矿床的混淆,有利于区别进行研究。根据已有资料分析,与岩溶有关的矿床是“外源成矿物质由外源水运移至岩溶有利空间,或岩溶物质在岩溶期后不以岩溶成矿作用为主导形成的可供利用的地质体”。

其次,目前岩溶矿床研究已涉及内生和外生两个方面,其成矿环境和成矿机理有独特的含义,在矿床学中已显示出相当重要的地位,用岩溶成矿作用的观点能较合理地解释一些矿床的成因问题。因此,它不但丰富了矿床学的研究内容,同时将对促进岩溶地区的找矿、勘探、评价和成矿预测方面起积极作用。可以预见,由于岩溶矿床有广泛的研究前景,它与传统矿床学的内生矿床、外生矿床和变质矿床三大类矿床应具有同等重要的地位。

第三,过去岩溶学研究多着重于近代岩溶、浅部岩溶及常态下的岩溶。目前岩溶研究,已涉及有关古岩溶成矿、深部岩溶成矿及具有一定温度、压力条件下的热液岩溶成矿等有关问题。这些问题的研究,把岩溶地球化学的研究从主要对方解石、白云石的三相平衡研究发展到对其它有关可溶性矿物的研究;从开放的氧化环境的岩溶地球化学作用发展到包括氧化、还原环境的半开放,以至封闭系统的成矿作用的研究。这无疑将拓宽了岩溶学的研究领域,对提高岩溶学的研究水平有很大的作用。

第四,我国岩溶面积广、环境跨度大、岩溶期次多、类型齐全,在不同地区 不同期次、不同类型的岩溶成矿作用丰富多采,涉及的矿种已知有20余种,主要的有铅锌矿 锑汞矿 铁矿 铝土矿及磷黄矿等。因此,

(下转317页)