

邯邢地区岩溶水渗透特征和 “双重介质”数学模式

胡宽琰

(长春地质学院)

地下水在含水层中的渗透运动特征及渗流理论研究, 取决于含水介质空隙特征。欲确定邯邢地区岩溶渗透模式, 首先应研究区内寒武——奥陶系灰岩空隙及含水岩系的基本特征。本文试图讨论上述问题。

一、邯邢地区寒武——奥陶系灰岩空隙及含水层的基本特征

本区寒武——奥陶系碳酸盐岩空隙特征可分为: 溶孔——溶洞微裂隙网络(简称溶孔)系, 溶隙——溶洞网络(溶隙)系和溶孔——溶隙系^[1], 据邢台市、冯村和王窑矿区奥陶系钻孔资料(156孔共6904.93米)统计(图1), 各种岩石内既有溶孔、溶隙、也有溶孔——溶隙, 但在各种岩石中所占的比例不同。泥晶灰岩和大理岩以溶隙为主, 细晶和花斑灰岩以溶孔——溶隙为主、溶隙所占比例也不小, 泥质和白云质灰岩中, 溶孔及溶孔——溶隙所占比例较大; 中——粗晶灰岩、角砾状(白云质)灰岩、白云岩中, 则以溶孔为主, 溶孔——溶隙也占有一定比例。表明它们皆具有“双重”岩溶空隙, 同时又有区别; 它们构成的含水层也各具特点。

溶孔系含水层含水性较为均

匀, 且在补给、迳流和排泄区皆可形成含水层。区内勘探证实, 在浅部和一定深度范围, 可遇到特定层位的溶孔含水层; 但富(透)水性, 因各处岩溶发育程度和含水层有效厚度不同

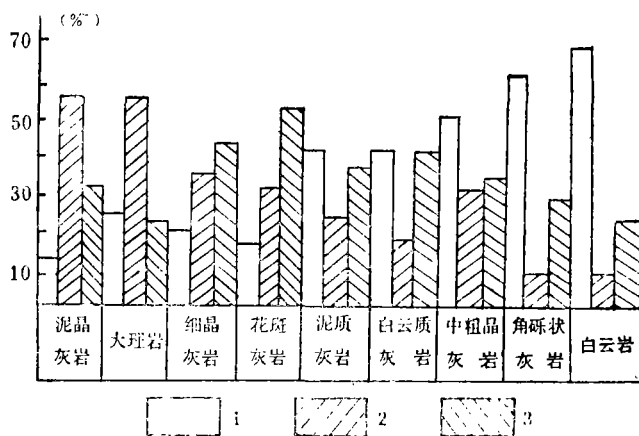


图1 岩性与岩溶形态对应关系图(据邢台市、王窑和冯村矿区156个孔)

Fig. 1 Relationship between lithologic characters and karst features

1. 溶孔 2. 溶隙 3. 溶孔—溶隙

而有差异。据区内多年找水打井经验,凡是在地下水位以下的下奥陶统(O_1)中——粗粒白云岩溶孔系含水层,一般都能打到水,水量大小因含水层有效厚度和具体构造情况不同而异。如邢台西位于补给区的山村找水,在 O_1 有效厚度大的情况下,一孔打在山沟,水量为 $30\sim 50\text{米}^3/\text{小时}$,另一孔打在小山(土岭)上,水量为 $40\sim 50\text{米}^3/\text{小时}$;涉县一些位于补给区的山村,当 O_1 含水层有效厚度小时,水量 $2\sim 5\text{米}^3/\text{小时}$ 。而位置偏下, O_1 含水层有效厚度大的山村,水量达 $20\sim 30\text{米}^3/\text{小时}$ 。在排泄区和其附近的地区,不仅溶孔——溶洞发育均一,小溶洞数量多,而且水量也较大。邢台百泉——达活泉排泄区及其附近农机学校供水孔,不仅 O_1 白云岩中蜂窝状、网格状溶孔发育,直径 $2\sim 6$ 厘米孔洞数量大增,甚至在 392.68米 的深度上,“见到” 2.6米 高的溶洞;抽水降深 0.01米 ,涌水量为 $60.06\text{米}^3/\text{小时}$ 。

由于溶孔系含水层岩性特点,溶蚀过程中残留许多粉末状物质,且充填于溶孔中,以及岩层中含有较多的泥质夹层,对溶孔系含水层透(富)水性影响很大。如下马家沟组底部(O_2^{1-1} 贾旺页岩酸不溶物占 27.74%)自然起隔水作用;上马家沟组底部(O_2^{2-1})和峰峰组底部(O_2^{3-1}),因其中不溶物含量不同,故透(富)水性差别较大。 O_2^{2-1} 底部有 5米 左右黄绿色薄层、页片状白云质泥灰岩与页岩互层,其上约 51米 为泥质、白云质角砾状灰岩,蜂窝及网格状溶孔发育,酸不溶物仅占 7.77% ,因底部页岩有一定的阻水作用; O_2^{3-1} 下部约 30米 为泥质、白云质角砾状灰岩,上部为中厚层状,微层理发育的泥质白云质灰岩,酸不溶物占 14.61% ,但据西郝庄铁矿区抽水资料, $q=0.0032\text{升}/\text{秒}\cdot\text{米}$ (补7036孔),峰峰矿区 $q=0.192\sim 0.829\text{升}/\text{秒}\cdot\text{米}$ 。

溶隙系含水层与溶孔系含水层相反,其含(透)水性不均一。原因在于其贮、输水裂隙系受构造控制,即使是岩石中分布极普遍的节理裂隙网络、也是按一定方向和疏密律分布。故这类含水层中于裂隙和构造集中地段,常形成岩溶发育相对“均一”,富(透)水性好的“迳流带”,其它正常或裂隙较少的地段,则贫水或干枯,在贫、富水带间无中间带;在排泄区和迳流带某些岩溶发育带、岩层富水性较为“均一”。如涉县前牧牛池村 ϵ_2 鲕状灰岩含水层中水井,是依其中北北东与北西向节理性裂隙和一定阻水边界确定的井位,尽管该村接近地表分水岭,成井后水量仍达 $2.3\text{米}^3/\text{小时}$,从而结束了“旱庄”的历史。按上述条件在该县打的几十眼水井,均收到良好的效果。邢台县南柏山村在 ϵ_2 鲕状灰岩比较完整地段打井,孔深 352.01米 ,水量仅 $0.005\text{米}^3/\text{小时}$ 。在黑龙洞泉群和白泉——达活泉群排泄区、峰峰组(O_2^{2-2} 、 O_2^{3-2})和上马家沟组(O_2^{2-2} 、 O_2^{2-3})的泥晶灰岩、泥晶花斑灰岩含水层近10年打井实践,其水量均大。

上述两种含水层特点几乎是相反的、实际上峰峰组、上马家沟组,下马家沟组等,常是两种含水层组合在一起,它们之间有一定的水力联系;很多情况是两者互层,同时溶隙为主的灰岩中,也有一定数量的孔洞($d=2\sim 20\text{厘米}$),图1就反映了这种情况。因而决定了邯邢地区寒武、奥陶系灰岩含水介质既具有孔隙含水层特点又有裂隙含水层特点的“双重介质”。它们各自的特点则是把巨厚寒武——奥陶系灰岩分成不同含水组段的依据。

另一种情况是同一含水层的岩石结构特点,决定了灰岩含水介质是具有大量溶孔、溶隙的“双重介质”含水层。如花斑灰岩和某些鲕状灰岩、角砾状灰岩、白云岩就属于这种情况。峰峰矿区黑龙洞泉群中,主要泉点出自 O_2^{2-2} 白色花斑灰岩中;邢台市 J_{29} 号供水孔,在孔深 $54.00\sim 134.50\text{米}$ 是以红色花斑为主的花斑灰岩,按钻进编录,自上而下发育有 $1\sim 2$

毫米宽的垂直溶隙和直径1~3厘米的溶孔,也有8~10毫米宽的溶隙和直径为20厘米的孔洞;在溶孔和孔洞内,有的有红、黄色粉末,洞壁有小方解石晶簇等。其它钻孔情况类似。

综上所述,邯邢地区寒武—奥陶系灰岩具有:(1)一部分灰岩内既有大量溶孔、又有大量溶隙的“双重介质”;(2)另一部分是以溶隙或溶孔为主,其中有一定量的溶孔或溶隙,具有上、下层位或互层关系,彼此间呈一定水力联系的“双重介质”含水岩系。

二、邯邢地区寒武——奥陶系灰岩渗流基本特征

1.由上知,水通过溶孔系介质时,因空隙阻力大,水通过较缓慢、呈层流运动,故含水层渗透性可用达西定律确定。如西郝庄铁矿溶孔微裂隙发育的 O_2^{3-1} 角砾状灰岩抽水试验结果, $K=0.0064$ (补7036孔)~ 0.0566 (7036孔)~ 1.20 (7304孔)米/日;内邱县西邱村 J_{71} 孔中溶孔发育的 O_1 含水层抽水,平均渗透系数为9.666米/日。

溶隙系含水层具有的特征:据邯邢地区大量抽水试验资料(表1)表明,在 O_2^{3-2} 、 O_2^{3-3} 、 O_2^2 等含水层内,多数地区的 K 值小于20米/日,少数为50~60米/日,个别可达100米/日以上;74年在王窑CK50和ZK70孔的 O_2^2 及 O_2^3 组内作流速试验,获得强迳流带实际流速为96米/日;峰峰王凤—四矿地区平均流速为1651~2203米/日,个别地段在南北方向达3472~5840米/日。据资料^[2]:溶隙宽10~20厘米, $V=8.64$ 米/日;溶隙宽3厘米, $V=86.4$ 米/日;溶隙宽0.5厘米, $V=8640$ 米/日;溶隙宽0.1—0.3厘米, $V=86400$ 米/日等以紊流来判断。区内寒武—奥陶系灰岩溶隙宽度多为1~5毫米,部分10厘米左右及表1数据表明 O_2^{2-2} 、 O_2^{2-3} 、 O_2^{3-2} 、 O_2^{3-3} 等溶隙系含水层内,一般也是层流运动。

2. O_2^2 、 O_2^3 组溶隙系层中压力传导速度较快,各个矿区抽水试验降落漏斗呈中心不明显的平缓碟形,影响范围较大,水位几乎呈“等幅”、“等速”下降。如79年1月王凤矿区孔组联合抽水(定流量1.565立方米/秒)开始后,渗流场变化:15分钟向北影响2.5公里以外,水位降0.1厘米以上;20分钟往南影响到5.8公里以外,水位降0.1厘米;20分钟南西方向影响到3公里以外,水位降0.4厘米;往南东90分钟影响到6.6公里,水位降0.4厘米。抽水中心地带,钻孔水位下降迅速,南北向水位反应灵敏,压力传导快,瞬时影响速度一般为东西向的2倍左右。抽水32天,中心区纯降深为1.087~1.758米。和村盆地周边观测孔水位降:四矿—八特(距中心孔分别是7350—10500米),水位降0.826~0.97米;索井、贾壁(4700~9500米)、水位降0.824~0.834米;南西方向白土(9450米),水位降0.695米;相距18500米的北阳城,水位降0.362米;宿风一带(约5000米),水位降0.859~0.905米;南东申家庄~前辛安一带(10150~16788米),水位降0.415~0.538米;东面鼓山以东的矿务局(6800米),水位降0.794米;北东的义张庄~鼓山西部山边(4785米),水位降0.727米,甚至鼓山东坡寺后坡斜井,水位降0.439米(图2)。80年末到81年初,二里山—羊角铺再次抽水,尽管纯降深0.5~0.8米,但全峰峰矿区400平方公里范围的自然及人工水点,都不同程度地受到影响。表明 O_2 溶隙系含水层导水力强,影响范围广。

3.溶孔系与溶隙系含水介质组合在一起,会出现越流或滞后现象。如76年12月二里山抽水试验,同处于2孔组内相距16米的33孔(为 O_2^{2-2} 、 O_2^{2-3} 含水层)、20号孔(O_2^{3-2} 、 O_2^{3-3} 含水层),这两层溶隙系含水层之间为 O_2^{3-1} 溶孔系含水层。两孔水位变化:抽水停泵

表 1 邯邢地区某些矿区 O_2^2 、 O_2^3 渗透系数和流速表Table 1 Permeability coefficient and flow speed of O_2^2 、 O_2^3 in some mine areas of Handan and Xingtai

矿区名称	渗透系数 k (米/日)	单位涌水量 q (升/秒·米)	流速 v_{cp} (米/日)	含水层
临城煤田探区	0.036~19.89	0.029~4.85	/	O_2^{3-2} O_2^{2-2}
祁村煤田探区	0.39~6.18 56.03(水1孔)	1.471~2 587 52.769(水1孔)	/	O_2^{3-2} O_2^{2-2}
邵明煤田探区	0.051~6.61	0.0424~6.564	/	O_2^{3-2} O_2^{2-2}
J ₂₀ 孔(东庞煤矿附近)	5.78	36.01	/	O_2^3
邢台地区	0 103~41.5	0.2~92.03	/	O_2^1 、 O_2^2 、 O_2^3
西 郝 庄	0.4~0.04 9.66	0.1~0.04 26 62	/	(弱区) O_2^{3-2} (强区)
铁 矿 区	3.8~2.5 0.018	2.895~3.462 0.019	/	O_2^2 廊道 (南区 O_2^2)
西冯村铁矿区	$K_x = 10 \sim 68$ $K_y = 13 \sim 56$	/	/	O_2^1 、 O_2^3
中关铁矿区	/	67.29	/	O_2^1 、 O_2^3
王窑铁矿区	7.65~16.05	63.66 ($a = 6 \times 10^4 \sim 4 \times 10^6$ 米 ² /日)	96 (CK 5 → ZK 7°, N2°E)	O_2^1 、 O_2^3
玉石洼铁矿区	1.16~12.50 12~30.5	/	/	O_2^2 (潜水区) O_2^3 (承压强迳流带)
北洛河铁矿区	/	0.524~0.615 17.76~16 567	/	(2 线以西) O_2^1 (2 线以东)
峰 峰 矿 区	174.56 (鼓山地段)	($T_{cp} = 2.1 \times 10^3$ $\sim 1.5 \times 10^4$ 米 ² /日; $a = 1.2 \times 10^5 \sim 2.8$ $\times 10^7$ 米 ² /日)	1651~2203 (王凤 —四矿) 2575.76 (全区平均值) 5840 (217 → 352)	O_2^3 O_2^2

前, 33号孔水位比20号孔高1.5米; 停泵后1分钟, 33孔水位回升0.002米, 20孔水位回升0.62米; 停泵1小时, 33孔水位回升0.059米, 20孔回升1.32米; 停泵后264小时, 33孔水位比20号水位仅高0.32米。这表明 O_2^{3-1} 在一定条件下具有“隔”水性; 两个不同含水层同时恢复水位和所恢复幅度不同, 表明 O_2^{3-1} 还具有一定的透水性; 同时上、下层的水位下降和回升会出现滞后现象。因此具有上述两种特征的同—含水层、同样也会产生滞后现象。

4. 根据区内不同时代溶孔和溶隙系含水介质混合抽水试验资料(表2), $\epsilon_2 + \epsilon_3$ 或 $O_1 + \epsilon_3 + \epsilon_2$ 含水层多位于或偏于补给区, 含水层有效厚度小、岩溶发育相对差和充填等因素决定了水量小, K 值偏小; 其次 $O_1 + O_2$ 含水层偏于“平原”, 岩溶较补给区发育, 故 K 值相对大些。因此溶孔系和溶隙系组合或迭加在一起, 也符合层流运动规律。

5. 在排泄区及其附近, 强—中径流带内, 某些岩溶发育带和构造带, 渗透系数和渗透速度值较大。如鼓山西麓强径流带 $K_{cp} = 174.56$ 米/日; 界城~羊角铺段是北北东向界城背斜与鼓山断层孙庄矿段东(下)盘, O_2 埋深浅, 近黑龙洞泉排泄区, 也是观台—黑龙洞泉群强径流带, K 值达 800~900 米/日。所以紊流是“局部”的。

6. 邯邢地区 $\epsilon-O$ 灰岩透(富)水具有不均匀性和方向性。

区内灰岩透(富)水性不均匀, 不仅表现在正常区段与断裂构造发育段相差悬殊, 而且在正常地段的垂直和水平方向上, 灰岩透(富)水性随着 O_2 埋深增大而变小。据此规律和抽水、简易水文、岩芯编录和水化学资料, 将煤系覆盖的 O_2 含水层划分成不同径流带(表3)。

表2 $\epsilon-O$ 灰岩含水层混合抽水资料表

Table 2 Data of mixed pumping test of $\epsilon-O$ limestone aquifers

地 区	含水层时代	渗透系数(米/日)	备 注
邢 台	$\epsilon_2 + \epsilon_3$	0.432	据河北省地 矿局水文工程 地质大队邢台 中队23个抽水 孔资料
	$O_1 + \epsilon_3 + \epsilon_2$	0.0125~0.367	
	$O_1 + O_2$	0.792~7.65	
		16.45~183.5(排泄区)	
临 城	$O_1 + \epsilon_3 + \epsilon_2$	9.59(断层旁)	
	$O_1 + O_2^1$	0.193~11.0	
	$O_2^1 + O_2^2 + O_2^3$	0.193~6.48	
涉 县	$\epsilon_2 + \epsilon_3$	0.45	
	$O_1 + \epsilon_3 + \epsilon_2$	1.39	
	$O_1 + O_2$	4.57~112.56(断层旁)	
	$O_2^1 + O_2^2$	4.57	

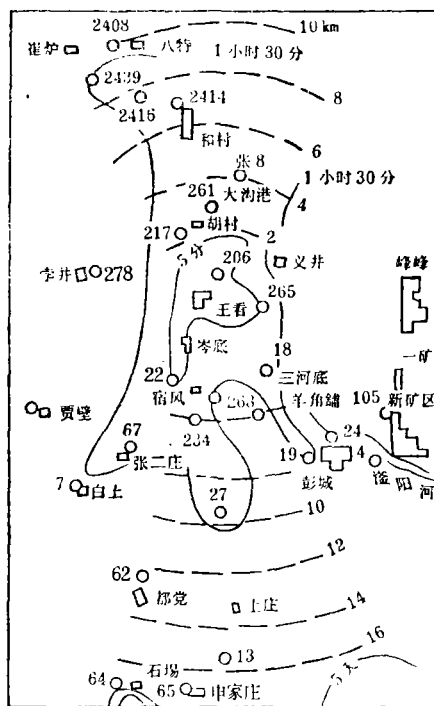


图2 王凤孔组联合抽水影响时速图

Fig. 2 Time and speed chart of withdrawal influence of borehole group at Wangfeng Mine

表 3 邯邢地区 O₂ 含水层迳流带划分资料表Table 3 Division of groundwater flow of O₂ aquifer in Handan and Xingtai areas

水文地质单元	黑龙洞泉(南)单元				百泉—达活泉(中)单元				十股泉(北)单元			
迳流分带 主要资料	强	中	弱	极弱	强	中	弱	极弱	强	中	弱	极弱
分带标高(O ₂ 顶面,米)	水面±0	±0~-200	-200 -500	大于-500	水面~ -150	-150 -400	-400 -650	大于-650	水面~ -100	-100 -300	-300 -500	大于 -500
单位涌水量q (升/秒·米)	大于 1~7.4	2.6~7.4	0.3~2.6	小于 0.3~0.4	大于 1.46	1.46~ 1.11	1.8~ 0.0097	小于0.0097	1~40	1~0.3	小于0.3	/
导水系数 T (米 ² /日)	58320~ 34230	43600~ 79340	19440~ 19340	1940~4912	67292 ~16000	3819 ~5500	/	/	40000	20000	8000~3000	2000 ~1000
越流系数(E)	0.0002	0.0001	0.00005	0.00001	/	/	/	/	/	/	/	/
含水层溶隙 岩溶率(%)	12.6	4.2	3.3	小于3.3	/	/	/	/	8.95~5.04	6~3	3~2	小于2
单孔平均见溶隙 率(%)	3.4	2.2	0.57	溶隙多充填	3.13~ 8.57	2.73~ 0.93	0.73~ 0.53	多充填	5.04~8.95	2.48~2.75	2.75~3.79	小于2.75
单孔平均见溶洞 率(%)	18.8	6.2	0	多充填	1.18	1.0~ 0.8	小于0.8	0	0.022	0.003	/	/
矿化度(克/升)	小于0.4	0.4~1.0	1.0~6.0	大于10	小于0.235 ~0.45	0.45~ 0.55	0.55~ 1.04	大于1.04	小于0.24	0.24~0.45	0.45~1.23	大于1.23
水型	H·C HCM	HCM HsC	HsC HsCN SHCN	ScCN C3Nc	HCM HC	HsCM HCM	HNC SCM	/	HsC HCM	HsCM SHCM	ScCN	沉淀
溶解与沉积 的计算结果	溶解	溶解 → 沉淀	沉淀	沉淀	溶解	溶解 → 沉淀	沉淀	沉淀	溶解	溶解 → 沉淀	沉淀	沉淀

区内各含水层透(富)水的方向性主要表现在,透水性好的方向与主要构造线方向一致。如王窑矿区抽水降落斗呈“马蹄形”,与北北东向构造、岩体以及南部北北东和北西向构造复合有关。

三、区内岩溶含水岩系渗流数学表达式

分析上述含水层透(富)水特征可得出如下结论:

1.无论是溶孔系或溶隙系含水介质,还是混合形式含水介质,尽管在“局部”地区或地段上透水性强,但基本符合层流运动特点,因而可用达西定律研究。

2.溶孔系含水介质孔隙度虽相对较大,但透水性相对较小;溶隙系含水介质,溶隙、溶洞率相对小,但其透(导)水性相对较大。

3.溶孔系介质以贮(或阻)水为主,溶隙系介质以输(导)水为主。取水时,水易从溶孔(或越流)经过溶隙流向取水构筑物。

4.溶孔系含水介质相对均一;溶隙系含水介质不均匀,但透水性强的方向与区内主要构造方向一致。

5.无论溶孔系或是溶隙系,含水介质的强度一般不同于松散孔隙介质,因此可以把这类含水介质简化成不考虑“骨架”弹性压缩的刚性介质。

6.水位降虽小,但影响范围大,因此天然及人工水力坡度很小。

对于这样复杂、具有“双重”性质的含水介质,若用描述简单孔隙介质中水运动规律的数学表达式,显然不能较全面地反映其运动规律,而应该用反映“双重介质”中水运动规律的方程组来表达,当然在表达“双重介质”特征时可作必要的简化。因此邯邢地区 $\epsilon-\text{O}$ 岩溶含水岩系“双重介质”数学表达式组为:

$$\text{溶孔系内水运动: } \frac{\partial}{\partial t}(\eta_1 \rho_1) + \text{div}(\rho_1 \vec{q}_1) + c(h_1 - h_2) = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{溶隙系内水运动: } \frac{\partial}{\partial t}(\eta_2 \rho_2) + \text{div}(\rho_2 \vec{q}_2) - c(h_1 - h_2) = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{达西定律: } \vec{q}_i = -k_i \text{grad } h_i \quad (i = 1, 2) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{水的状态方程式: } \rho_i = \rho_0 [1 + \beta_\omega (h_i - h_0)] \quad (i = 1, 2) \dots\dots\dots (4)$$

式中:下标“1”表示溶孔系介质的量;下标“2”表示溶隙系介质的量; n —空隙(溶孔孔隙、溶隙、溶洞率)度; ρ —水的密度; $\vec{q}$ —渗流量; c —迁移系数, h —水头; k —渗透系数; $\beta_\omega = \beta_1 \gamma$ —水的重度,通常 $\gamma = 1$;下标“0”表示初始值。

如果将上述含水介质的六个特点简化成为:含水介质各处溶孔与溶隙之比大体相同;溶孔系和溶隙系介质各点双重水头可分别用平均水头表示;水可以弱压缩,其压缩系数 β 很小;介质是刚性的,并且有“双重”特点;运动符合达西定律。依此简化(1)~(4)式,便可取得承压水溶隙介质内降深 S_2 时,无限含水层,轴对称、无越流简单情况的微分方程和定解条件^[3]。

在开始抽水后的短时间内,因孔隙流速很小,从孔隙介质流出的水量极微,所以(1)式中 $\text{div}(\rho_1 \vec{q}_1)$ 项可以忽略;再利用(4)式和适当的变换,即可得出:

$$\frac{\partial S_1}{\partial t} = \varepsilon (S_2 - S_1) \dots\dots\dots (5)$$

通过对一阶线性非齐次偏分方程(5)求解,即可得:

$$S_1 = \varepsilon \int_0^t e^{-\varepsilon(t-\tau)} S_2(\tau) d\tau \dots\dots\dots (6)$$

分步积分解(6)式可得:

$$S_1 = S_2(\tau) - \int_0^t e^{-\varepsilon(t-\tau)} \frac{\partial S_2}{\partial \tau} d\tau \dots\dots\dots (7)$$

将(7)、(3)、(4)式代入(2)式,并作坐标变换,按实际条件(如降深小而影响范围广,溶隙含水介质中水力坡度小、水压缩系数小等)作一些简化,可得到无越流、轴对称、无限含水层中,溶隙中降深 S_2 所满足的微分方程和定解条件:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 S_2}{\partial \gamma^2} + \frac{1}{\gamma} \frac{\partial S_2}{\partial \gamma} = \frac{n_2 \beta_{\omega}}{K_2} \frac{\partial S_2}{\partial t} + \frac{n_1 \beta_{\omega} \varepsilon}{K_2} \int_0^t e^{-\varepsilon(t-z)} \frac{\partial S_2}{\partial \tau} d\tau \\ S_2(8, t) = 0 \quad \text{初始条件} \\ S_2(\gamma, 0) = 0 \quad \text{I类边界条件} \\ \lim_{\gamma \rightarrow 0} \gamma \frac{\partial S_2}{\partial \gamma} = \frac{Q}{2\pi T_2} \quad \text{II类边界条件} \end{array} \right.$$

按区内抽水试验,降压漏斗形态大多近椭圆状,考虑三维流情况虽然与实际情况接近,但涉及的数学问题显然比较复杂,因此不在此讨论。

研究邯邢地区 $\epsilon-0$ 系灰岩含水岩系的水文地质特征及水运动模式,对北方其它岩溶分布区也具有一定意义。但因掌握区域资料不够充分,因此会有许多问题,希批评指正。文中引用了邯邢煤田水文地质勘探公司、河北省地质局水文工程地质大队邢台中队,地质十二队和十一队的资料;房佩贤、林学钰等同志对本文提出许多修改意见;邢台中队刘明辰同志帮助进行一些数学推演,在此向他们表示衷心的感谢!

参 考 文 献

- [1]曹以临、房佩贤 北方奥陶系碳酸盐岩的岩溶含水类型及含水特征的层控规律 中国北方岩溶和岩溶水 地质出版社 1982年8月
- [2]H.И.普洛特尼科夫等 金属矿床地下水 中国工业出版社 1964年
- [3]罗亚平 孔隙—裂隙承压水的一个解式及其应用 煤田地质与勘探 1981年第5期

PERMEABLE FEATURE OF WATER-BEARING KARSTIFIED STRATA AND MATHEMATIC MODEL OF DUAL MEDIA IN HANDAN XINGTAI AREA, HEBEI PROVINCE

Hu Kuanrong

(*Changchun College of Geology*)

Abstract

The author studies the general features and permeable properties of dissolution pore system and karst fissure system based on the data obtained from the field and experiment, and comes to the conclusion that the permeability of dissolution pore system, karst fissure system, and dissolution pore-karst fissure system are in accord with the Darcy's law. Dissolution pore medium, characterized by large porosity and weak permeability, is homogenously water-bearing and mainly provides the space for water storage. Karst fissure system, characterized by small porosity and strong permeability, is heterogenously water-bearing and functions as the channel system for transmitting water. In this way, dissolution pores and karst fissures may be simplified into "rigid" media. Karst fissure media exhibit slight drawdown in water table and gentle hydraulic gradient, but a fairly large area of influence. Therefore, such media may be simplified as "dual media" and expressed with a mathematic model. Under the simplified actual conditions, a differential equation and definite conditions can be obtained for the solution of an unbounded confined aquifer with axial symmetry and no leakage under the state of drawdown S_2 .