

碳酸盐岩物理性质—介电性实验研究*

方得源

(地质矿产部岩溶地质研究所)

一、前言

近年来,人们对岩石矿物学的研究迈进到量子理论的研究阶段^[1]。这就是说,人们可以通过固体物理学和量子化学的基本理论和实验技术,研究岩石矿物的电子结构、能量状态、键合性质,及其与岩石结构、物理——化学性质和成因的关系,从而加深对岩石成岩作用的认识,促进地质科研工作的发展。

碳酸盐岩的介电性研究,是岩石矿物物理学的组成部分之一,研究它,就是研究碳酸盐岩在特定电场强度和频率下,岩石本身所呈现的各种电学参数。这对于掌握碳酸盐矿物的电子态与晶体的有序排列,晶体缺陷,位错和类质同象等方面的相互关系,以及研究电子结构,能量状态和物理——化学性质之间的内在关系,都是极为重要的。同时,对碳酸盐岩的介电性研究,还可以探索电磁波在地层和大地表面的传播,用于地质找矿、找水和其它目的^{[2][4]}。也可以通过碳酸盐岩在微波频段所表现的介电性,为微波遥感提供理论解释。

二、实验

(一)碳酸盐岩的样品选择与岩石特征

桂林岩溶地区的碳酸盐岩是中泥盆统东岗岭组至下石炭统的一套浅海相碳酸盐沉积物,出露的碳酸盐岩主要是石灰岩和白云岩。石灰岩种类较多,岩性变化不一,主要组成矿物以方解石为主,其次是白云石。岩石结构以碎屑结构为主,其次有泥晶结构,骨架结构和残余生物结构。白云岩岩性变化单一,主要组成矿物为白云石,其次有少量的方解石微晶混入。白云岩一般呈中晶粒镶嵌结构。根据岩石的这些特征,我们按桂林碳酸盐岩剖面的划分,从中选择了十个产地约五十个标本,进行岩石的介电性实验研究,标本样品采集情况和岩性描述见表1。

(二)实验流程的选择及其实验结果

- 1.样品制备及实验流程的选择,我们选用以下的实验流程(如图1所示):
- 2.实验结果

(1)介电常数(ϵ)测定结果:将不同种类的碳酸盐岩样品,置于声频电桥和高频Q表上进行测定,并将其结果绘制成岩石介电常数(ϵ)—频率(f)特性变化曲线,其特征见图2~9。

表1 桂林碳酸盐岩样品采取和岩性描述

Table. 1 Sample collection and lithological characters of carbonate rocks in Guilin

采样地点	岩石名称	岩石外观特征描述
唐家湾	珊瑚层孔虫灰岩	岩石呈黑灰色致密块体、裂纹中有方解石脉充填, 化石呈豆粒状。
唐家湾	腕足云灰岩	岩石呈黑灰色块体、层次不明显, 腕足类化石大小不一。
唐家湾	泥晶灰岩	岩石呈黑灰色致密块体, 方解石细脉沿轴向充填, 数量不多。
唐家湾	层孔虫灰岩	岩石为深灰色致密块体, 层孔虫密集分布, 但无一定规律。
唐家湾	鸟眼亮晶砂屑灰岩	岩石呈深灰—灰色的致密块体, 鸟眼亮晶密集分布, 无一定规律。
南溪山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	岩石呈灰红色块体, 裂纹中有较多的方解石脉充填物。
象鼻山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	岩石呈浅灰红色块体, 鸟眼亮晶少, 分布不均匀。
七星岩	鸟眼亮晶砂屑灰岩	岩石为浅灰带红的块体, 鸟眼亮晶分布不均匀。
潮田	瘤状灰岩	岩石为灰黄或黄褐色块体, 瘤状矿物与层理平行, 呈椭圆形。
四塘	白云岩	岩石为深灰色块体, 结构为均匀的粒状集合体, 内有气孔。

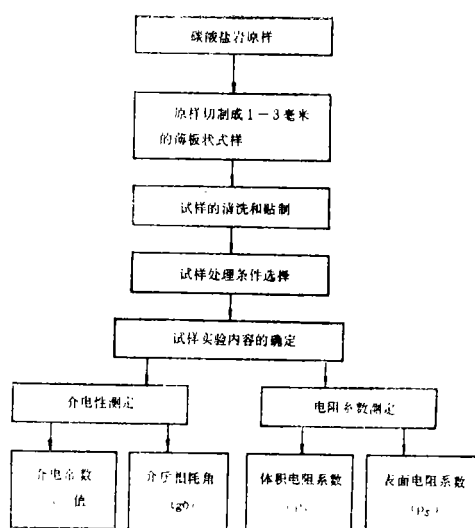


图1 实验流程框图

Fig. 1 Block diagram of experiment process

(2) 介质损耗角 ($\text{tg}\delta$) 测定结果: 我们选择了不同的频率, 对碳酸盐岩的介质损耗角 ($\text{tg}\delta$) 进行了测定 (其结果见表2)。并将桂林腕足云灰岩和鸟眼亮晶砂屑灰岩的 $\text{tg}\delta$ 测定结果绘制成 $\text{tg}\delta$ — f 特性曲线, 其特征见图10—11。

表2 桂林碳酸盐岩烘干 (105° — 110°C) 时的 $\text{tg}\delta$ 测定值

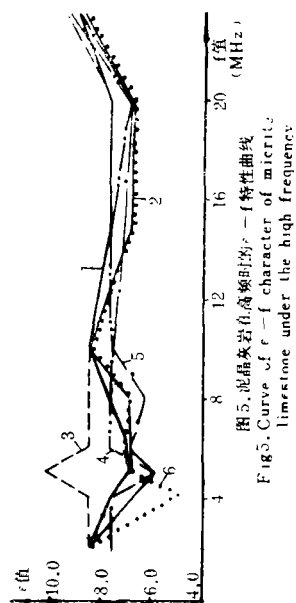
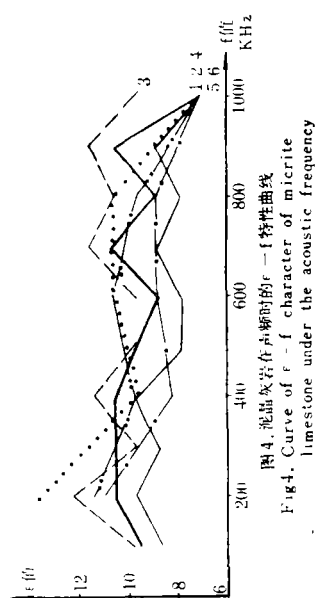
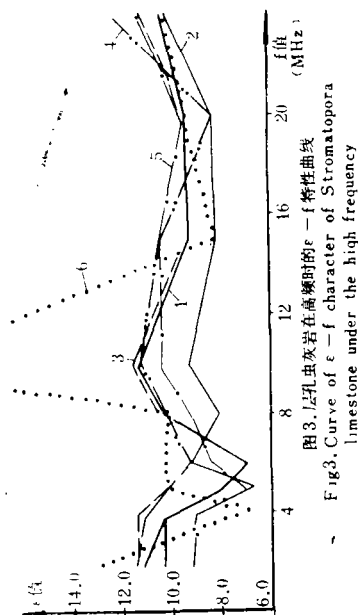
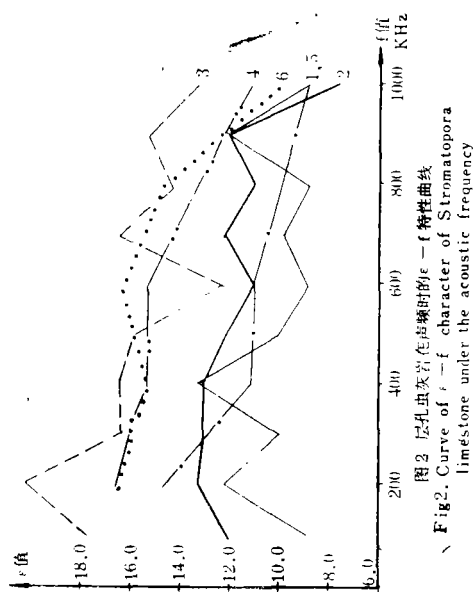
Table. 2 Measured $\text{tg}\delta$ value of carbonate rocks under bakeout temperature (105 — 110°C) in Guilin

采样地点	样品名称	不同频率下的介质损耗角 ($\text{tg}\delta$)								备 注
		100 KHz	500 KHz	1000 KHz	5.0 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	
唐家湾	珊瑚层 孔虫灰岩	0.0108	0.0134	0.0112	0.0097	0.0067	0.0072	0.015	0.0106	
唐家湾	腕足云灰岩	0.01000	0.0317	0.0330	0.0257	0.0172	0.0175	0.0185	0.0172	
唐家湾	泥晶灰岩	0.0192	0.0182	0.0157	0.0110	0.0069	0.0061	0.0070	0.0069	
唐家湾	层孔虫灰岩	0.0642	0.0486	0.0322	0.0211	0.0143	0.0137	0.0123	0.0119	
唐家湾	鸟眼亮晶 砂屑灰岩	0.0368	0.0323	0.0167	0.0125	0.0132	0.0134	0.0098	0.0106	
南溪山	鸟眼亮晶 砂屑灰岩	0.0152	0.0133	0.0106	0.0058	0.0041	0.0045	0.0016	0.0015	
象鼻山	鸟眼亮晶 砂屑灰岩	0.0173	0.0204	0.0108	0.0066	0.0051	0.0400	0.0043	0.0098	
七星岩	鸟眼亮晶 砂屑灰岩	0.0717	0.0134	0.0112	0.0090	0.0054	0.0045	0.0025	0.0040	
湖田	瘤状灰岩	0.0531	0.0616	0.0284	0.0213	0.0159	0.0142	0.0240	0.0133	
四塘	白云岩	0.0239	0.0334	0.0304	0.0275	0.0241	0.0266	0.0280	0.0303	

(3) 电阻系数 (ρ_v 、 ρ_s) 测定结果: 将桂林不同种类的碳酸盐岩样品, 制成75毫米×75毫米×8毫米的板状试样, 在不同的实验条件下处理48小时后, 在高阻计上进行测量, 所得到的体积电阻系数 (ρ_v) 和表面电阻系数 (ρ_s) 结果见表3~5。

图2—11的图例说明:

1. “——” 代表样品在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 烘干24小时的情况。
2. “■” 代表样品在相对湿度65%的环境中处理48小时后的情况。
3. “---” 代表样品在蒸馏水中饱和48小时后的情况。
4. “-.-.-” 代表样品在南溪山泉水饱和48小时后的情况。
5. “-·-·-” 代表样品在煤油中饱和48小时后的情况。
6. “·····” 代表样品在七星岩暗河水中处理48小时后的情况。



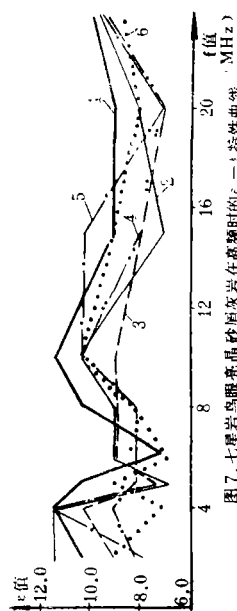


图7. 七层岩鸟眼亮晶砂屑灰岩在高频时的 ϵ - f 特性曲线
Fig.7. ϵ - f character curve of birdseye sparry calcarenite limestone at Qixingyan under the high frequency

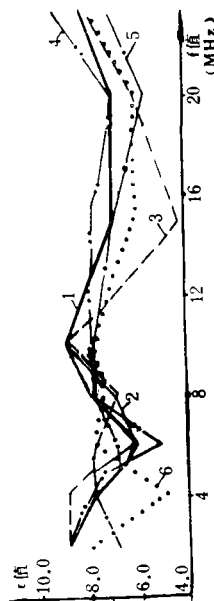


图9. 白云岩在高频时的 ϵ - f 特性曲线
Fig.9. Curve of ϵ - f character of dolomite under the high frequency

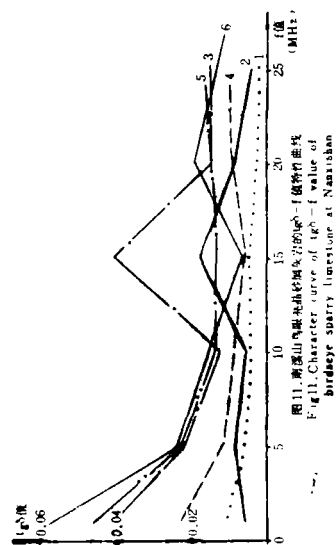


图11. 南溪山鸟眼亮晶砂屑灰岩的 ϵ - f 值特性曲线
Fig.11. Character curve of high- f value of birdseye sparry limestone at Namshan

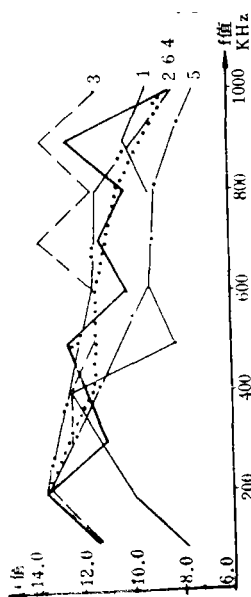


图6. 七层岩鸟眼亮晶砂屑灰岩在声频时的 ϵ - f 特性曲线
Fig.6. ϵ - f Character curve of birdseye sparry calcarenite limestone at Qixingyan under the acoustic frequency

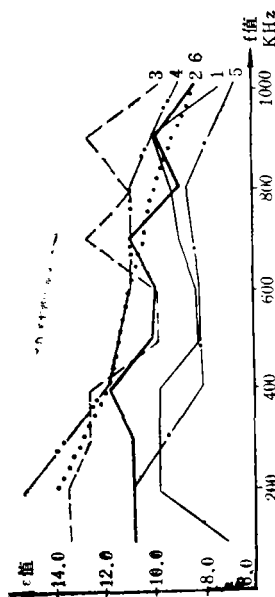


图8. 白云岩在声频时的 ϵ - f 特性曲线
Fig.8. Curve of ϵ - f character of dolomite under the acoustic frequency

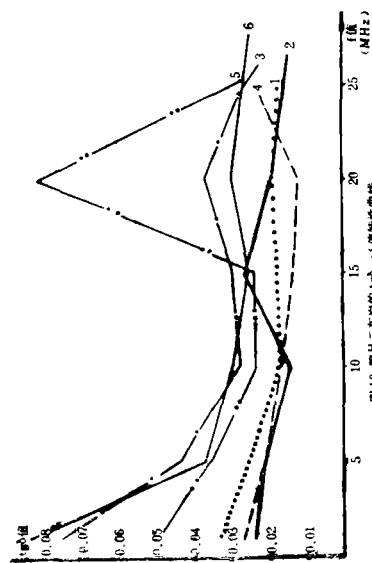


图10. 腕足云灰岩的 ϵ - f 值特性曲线
Fig.10. Character curve of high- f value of brachiopoda dolomitic limestone

表3 碳酸盐岩烘干(105°—110° C)后的电阻系数测定结果

Table. 3 Measured results of carbonate rock resistance coefficient after bakeout temperature(105—110°C)

采样地点	岩石名称	表面电阻系数 (ρ_s —欧姆)				体积电阻系数 (ρ_v —欧·厘米)				备 注
		500伏		1000伏		500伏		1000伏		
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	
唐家湾	珊瑚层孔虫灰岩	3.3×10^{12}	$2 < 10^{11}$	2.3×10^{12}	4.9×10^{10}	7.9×10^{12}	8.9×10^{11}	1.5×10^{13}	2.0×10^{12}	
唐家湾	腕足云灰岩	2.0×10^{13}	2.2×10^{12}	5.3×10^{13}	2.0×10^{11}	7.5×10^{11}	3.5×10^{11}	2.4×10^{13}	1.8×10^{12}	
唐家湾	泥晶灰岩	2.9×10^{12}	1.4×10^{12}	4.5×10^{11}	2.3×10^{11}	1.1×10^{11}	9.3×10^{12}	2.7×10^{13}	1.3×10^{13}	
唐家湾	层孔虫灰岩	2.0×10^{12}	3×10^{10}	1.6×10^{12}	小于 1×10^8	1.0×10^{12}	5.3×10^{12}	1.9×10^{12}	$< 1 \times 10^8$	
唐家湾	鸟眼亮 晶砂屑灰岩	3.4×10^{11}	3×10^{10}	2.5×10^{13}	1.4×10^{10}	3.7×10^{13}	1.2×10^{12}	5.4×10^{12}	$< 1 \times 10^8$	
南溪山	鸟眼亮 晶砂屑灰岩	1.6×10^{13}	3.7×10^{10}	4.9×10^{12}	2.5×10^{11}	2.2×10^{13}	3.3×10^{12}	2.4×10^{13}	$< 1 \times 10^8$	
象鼻山	鸟眼亮 晶砂屑灰岩	8.2×10^{12}	3.7×10^{11}	2.9×10^{12}	6.5×10^{11}	8.2×10^{13}	3.7×10^{11}	1.9×10^{14}	1.7×10^{14}	
七星岩	鸟眼亮 晶砂屑灰岩	1.5×10^{14}	6.5×10^{13}	1.1×10^{13}	5.3×10^{12}	1.1×10^{13}	1.8×10^{12}	9×10^{13}	2.5×10^{12}	
颍田	鲕状灰岩	1.1×10^{13}	2.9×10^{10}	3.5×10^{12}	2.5×10^{12}	1.6×10^{12}	1.2×10^{11}	7.3×10^{12}	2.6×10^{11}	
四 塘	白云岩	2.6×10^{11}	8.3×10^9	3.3×10^{13}	3.3×10^{10}	2×10^{11}	8.5×10^{10}	1.0×10^{13}	2.8×10^{11}	

表4 碳酸盐岩在蒸馏水中处理48小时后的电阻系数测定结果

Table 4 Measured results of carbonate rock resistance coefficient after 48 hours treatment in distilled water

采样地点	岩石名称	表面电阻系数 (ρ _s —欧姆)				体积电阻系数 (ρ _v —欧·厘米)				备 注
		500伏		1000伏		500伏		1000伏		
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	
唐家湾	珊瑚层孔虫灰岩	8.2×10 ⁹	<10 ⁸	<10 ⁸	/	8.2×10 ⁹	<10 ⁸	3.9×10 ⁹	<10 ⁸	
唐家湾	腕足云灰岩	7.3×10 ¹³	5.7×10 ¹⁰	4.1×10 ¹³	4.1×10 ¹⁰	1.3×10 ¹³	5.0×10 ¹¹	8.1×10 ¹²	3.0×10 ¹¹	
唐家湾	泥质灰岩	1.9×10 ¹³	9.0×10 ⁹	2.1×10 ¹³	1.3×10 ¹⁰	7.8×10 ¹¹	3.8×10 ⁹	1.4×10 ¹¹	<10 ⁸	
唐家湾	层孔虫灰岩	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	3.2×10 ⁹	<10 ⁸	<10 ⁸	/	
唐家湾	鸟眼亮晶砂屑灰岩	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	
南溪山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	1.8×10 ¹⁰	<10 ⁸	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	
象鼻山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	1.5×10 ¹²	4.0×10 ¹⁴	1.4×10 ¹²	2.5×10 ¹⁰	8.5×10 ¹⁰	9.6×10 ⁹	7.4×10 ¹⁰	9.6×10 ⁹	
七星岩	鸟眼亮晶砂屑灰岩	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	
潮 田	瘤状灰岩	4.1×10 ⁹	<10 ⁸	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	
四 塘	白云岩	8.2×10 ⁹	<10 ⁸	9.0×10 ⁹	<10 ⁸	<10 ⁸	/	<10 ⁸	/	

注: 1. 凡标“/”者, 其表面电阻系数或体积电阻系数值均小于 1.0×10^8 欧, 或 1.0×10^8 欧·厘米。

2. 实验环境, 室温: 为 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

相对湿度: 为 $65\% \pm 5\%$ 。

表5 碳酸盐岩在2N NaCl溶液中处理48小时后的电阻系数测定结果

Table 5 Measured results of carbonate rock resistance coefficient after 48 hours treatment in 2N NaCl solution

采样地点	岩石名称	表面电阻系数 (ρ_s —欧姆)				体积电阻系数 (ρ_v —欧·厘米)			
		500伏		1000伏		500伏		1000伏	
		最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
唐家湾	珊瑚层孔虫灰岩	$<10^8$	/	$<10^8$	/	8.9×10^{10}	1.3×10^{11}	7.4×10^{12}	8.7×10^{10}
唐家湾	腕足云灰岩	同上	/	$<10^8$	/	7.4×10^{12}	6×10^{12}	1.5×10^{13}	2.7×10^{12}
唐家湾	泥质灰岩	同上	/	$<10^8$	/	2.9×10^{12}	9.6×10^{10}	1.3×10^{12}	4.6×10^{10}
唐家湾	层孔虫灰岩	同上	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/
唐家湾	鸟眼亮晶砂屑灰岩	同上	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/
南溪山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	1.1×10^{11}	2.3×10^{10}	6.5×10^{10}	2.9×10^{10}	1.2×10^{10}	2.7×10^9	5.9×10^9	1.0×10^8
象鼻山	鸟眼亮晶砂屑灰岩	3.7×10^{10}	$<10^8$	4.9×10^{10}	$<10^8$	1.2×10^{11}	$<10^8$	1.2×10^{11}	$<10^8$
七星岩	鸟眼亮晶砂屑灰岩	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/
潮田	瘤状灰岩	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/	$<10^8$	/
四塘	白云岩	6.1×10^{10}	$<10^8$	1.6×10^{10}	$<10^8$	7.6×10^{12}	6.0×10^{10}	1.0×10^{13}	1.6×10^{10}

三、实验结果的讨论与分析

(一) 岩石的晶体化学特征与介电性

根据文献介绍的化学分析表明：碳酸盐岩均是由 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 等金属阳离子和络阴离子 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 相化合而成的无机盐类岩石。岩石的矿物成分主要是方解石 CaCO_3 、文石 CaCO_3 和白云石 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，它们晶体化学特征的共同点是络阴离子 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 呈三角形，碳位于中央，氧位于三角形的顶部。由于 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 的离子半径较大（ $2.55\text{\AA}$ ），故与金属阳离子结合时，就往往规定着阳离子的某些特点。例如它与一价阳离子 Na^+ 、 K^+ 化合常形成含水碳酸盐岩，而与二价阳离子 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ca^{2+} 阳离子化合，则往往形成无水碳酸盐岩，在无水碳酸盐岩中，又由于同质多象，类质同象以及晶变现象的存在，所以不同的碳酸盐矿物其晶体结构和晶胞参数有所不同。譬如：方解石和白云石同属方解石型结构，结晶成三方晶系。而文石则属文石型结构，结晶成正交晶系，它们的晶胞参数为^{〔8〕}：

方解石: 菱面体晶胞: $a_0 = 6.41 (\text{\AA})$ $\alpha = 101^\circ 55'$,

六方晶胞: $a_0 = 4.98 (\text{\AA})$ $C_0 = 17.02 (\text{\AA})$

白云石: 菱面体晶胞: $a_0 = 6.18 (\text{\AA})$ $\alpha = 102^\circ 56'$

六方晶胞: $a_0 = 4.84 (\text{\AA})$ $C_0 = 15.95 (\text{\AA})$

文石: $a_0 = 4.95 (\text{\AA})$ $b_0 = 7.96 (\text{\AA})$ $c_0 = 5.73 (\text{\AA})$

另外, 考虑到碳酸盐矿物晶体结构与阳离子半径, 在很大程度上决定着矿物本身的物理化学性质, 特别是矿物的极化率或介电性, 这就要求我们在考虑碳酸盐岩的介电性时, 首先要研究岩石晶体中的金属阳离子和 $[\text{CO}_3]^{2-}$ 的结合方式。有的学者认为^[3]: 属于方解石型的 Mg^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} 等碳酸盐矿物, 其晶体中的阳离子半径均比 Ca^{2+} 小; 而属于斜方晶系的文石型矿物 Sr^{2+} , Pb^{2+} , Ba^{2+} 等碳酸盐矿物, 其离子半径均比 Ca^{2+} 大。而对 CaCO_3 矿物来说, 它的阳离子 Ca^{2+} 的离子半径正处于这两个系列的中间, 相当于这两种结构类型的过渡形式(表6)。故一旦物理化学条件变化, 就会生成其中的任何一种矿物。从而引起岩石介电常数(ϵ)发生变化。同时, 由于方解石中的 Ca^{2+} 离子是稳定变体, 不易变形, 所以 ϵ 大(8.30), 而文石中的 Ca^{2+} 离子, 无论在变质岩, 沉积岩或生物体中, 其稳定性与方解石相比, 是不稳定的, 所以 ϵ 值变小。从我们的测定结果看: 矿物成分单一, 结构致密的泥晶灰岩和鸟眼亮晶砂屑灰岩, 介质常数较稳定, 且在不同频率条件下, ϵ 值变化不大, 而生物灰岩和白云岩由于岩石成分和结构上的变化, 所以介电常数不够稳定。

表6 碳酸盐矿物类质同象与离子半径

Table. 6 Isomorphism and ionic radius of carbonate minerals

阳离子	离子半径($\text{\AA}$)	方解石型矿物 (菱形晶系)	文石型矿物 (斜方晶系)
Mg^{2+}	0.78	MgCO_3	
Fe^{2+}	0.83	FeCO_3	
Zn^{2+}	0.83	ZnCO_3	
Mn^{2+}	0.91	MnCO_3	
Ca^{2+}	1.06	方解石	文石
Sr^{2+}	1.27		SrCO_3
Pb^{2+}	1.32		PbCO_3
Ba^{2+}	1.43		BaCO_3

资料来源: 吉木文平著: 矿物工学。

(二) 介质溶液的性质与介电性

各种岩石的介电性受其所含介质溶液状态和纯度控制, 因此研究岩石介电性总是离不开对介质溶液性质的研究, 特别是水的纯度和状态对岩石介电性的影响。

纯水是一种极弱的电介质, 在 22°C 时, $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1.7 \times 10^{-7} \text{M}$, 因此纯水呈中性,

具有一定的介电性。但当水中溶解了 CaCO_3 和 MgCO_3 等盐类矿物,水就会发生水解。

这时水的介电性明显变化。此外,水在岩石中存在状态发生变化,岩石介电性也会变化,如当纯水结成冰时,介电性明显降低,而电阻系数则明显提高。由我们的实验来看,各种灰岩和白云岩在不同水质和油介质中处理48小时后的介电性变化特点是:

1.介电常数(ϵ) 在声频段,碳酸盐岩的介电常数与频率成反比关系,即频率增高,介电常数减小。高频段时,介电常数值(ϵ)虽存在不同程度的起伏,但基本保持着线性关系,且岩石含水的纯度和多少往往与频率关系不大。

2.介质损耗角($\text{tg}\delta$) 在声频段时岩石的 $\text{tg}\delta$ 值与频率(f)值成反比关系。但在高频段时,岩石的 $\text{tg}\delta$ 值基本保持稳定状态,且往往在某一特定频率下, $\text{tg}\delta$ 值会出现一个极大值(图10—11)。另外,当频率超过一定范围时,各种水的介质对岩石的介质损耗角 $\text{tg}\delta$ 影响甚微。

3.电阻系数: 实验证明各种碳酸盐岩在干燥状态下,均具有较大的电阻系数值,且随电场强度的增高而减小。同时岩石的电阻系数随岩石含水纯度和状态往往呈数量级次变化,特别是在岩石结构松散,裂纹和孔隙发育时,更为明显。如桂林层孔虫灰岩和瘤状灰岩,其电阻系数值在不同的水介质中由原来的 1.0×10^{12} 欧·厘米,降低到 1.0×10^8 欧·厘米。几乎降低了四个数量级次。

(三)碳酸盐岩的一般物理性质与介电性

桂林地区碳酸盐岩的一般物理性质是:

生物灰岩:容重为2.69—2.73 孔隙度为0.90%—1.15%

泥晶灰岩:容重为2.70 孔隙度为0.45%

鸟眼亮晶砂屑灰岩:容重为2.69—2.70 孔隙度为0.67%—0.73%

白云岩:容重为2.74 孔隙度为3.11%

它们对岩石介电性的影响是:

1.碳酸盐岩的介电常数(ϵ)与岩石的体积密度有关 即 $\epsilon \approx Kd$ (式中 K =比例常数, d 为岩石的密度)。当岩石的密度确定后,不同岩石采用的 K 值有所变化。对一般的碳酸盐岩来说,通常采用 $K=3-4$,这样的各种灰岩和白云岩的介电常数一般为6~10之间,这已为我们的实验结果所证实。

2.岩石孔隙度的大小往往决定着岩石内部含水量 而水的含量、纯度和在岩石中的存在方式,又直接影响着岩石的电阻系数值。实验证明:岩石中以层间水方式出现,且水质不纯的水溶液,可使岩石的电阻系数降低几个数量级次。

四、碳酸盐岩的热效应与介电性

碳酸盐岩的热效应主要是指方解石,文石和白云石等矿物在高温状态下的相变、脱水和膨胀现象。由差热分析结果可知(图12),桂林地区碳酸盐岩热效应的反应是:不同类型的灰岩,一般均在 $925^\circ\sim 960^\circ\text{C}$ 范围内有一明显的吸热谷,说明碳酸盐岩中的方解石矿物在高温

条件分解为 CaO 和 CO_2 。但瘤状灰岩和白云岩我们从差热曲线上发现, 520°C 左右也出现一个小的吸热反应, 这可能是由于 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 分解而生成方解石, 或者是岩石中少量石英的转化所致。另外由于不同碳酸盐岩矿物的含水量不同, 所以它们在高温状态下的脱水性和膨胀性也就不同, 这样就会影响岩石的介电性, 实验证明, 碳酸盐岩矿物的相变温度高, 相变次序少, 且受热后脱水和膨胀不明显的岩石介电性好, 反之介电性差。

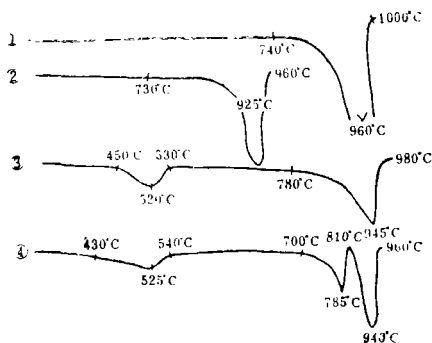


图12 桂林碳酸盐岩的差热分析曲线(分析人: 陈菊伟 王旭)

Fig.12 Curve of differential thermal analysis of carbonate rocks in Guilin

“注” ①小泥晶灰岩 ②鸟眼亮晶砂屑灰岩
③瘤状灰岩 ④白云岩

五、结 论

1. 桂林岩溶地区碳酸盐岩的介电性随岩石矿物成分、晶体结构和其它物理、化学性质的变化而不同, 碳酸盐岩矿物成分单一, 结构致密, 物理—化学性能变化不明显的岩石, 介电性能好, 反之介电性不稳定且变化范围较大。

2. 各种不同的碳酸盐岩, 其电阻系数随岩石含水状态和水的纯度发生数量级次的变化。

3. 碳酸盐岩的介电常数(ϵ)和介质损耗角($\text{tg}\delta$)与频率(f)呈一定的线性关系。且与岩石中所含水分的多少和水质关系不大。

4. 碳酸盐岩的介电性在微波频率下, 通常反应着地物微波辐射的特征, 有人提出微波辐射计的亮度温度是地物复介电常数的函数^[1] 为此开展岩石介电性的研究也可以为微波遥感提供理论解释。

* 参与此项工作的还有岩溶所杨凌同志。陈菊伟, 王旭同志进行了差热分析。谨此一并志谢。

主 要 参 考 资 料

- [1] 赖兆生: 1982, 矿物岩石微波下的介电常数测定《矿物物理和矿物材料研究》科学出版社
- [2] 倪尔瑚 1981 电介质测量 《科学出版社》
- [8] 吉木文平 1959 矿物工学 《东京技报堂出版》
- [4] Von Hippel A, R 1959 Dielectric materials and applications

A STUDY ON PHYSICAL PROPERTIES OF CARBONATE ROCKS—AN EXPERIMENT ON DIELECTRIC CHARACTER OF CARBONATE ROCKS

Fang Deyuan

(*Institute of Karst Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources*)

Abstract

This paper deals with a systematic experiment and study on the physical property—dielectric character of carbonate rocks in Guilin area, making an approach to optical, electrical, acoustic and thermal characteristics of the rocks within a microscopic realm. It is attempted in this way to reveal the rock-forming mechanism of carbonate rocks and its interrelations with lithologic characters, mineral constituents and crystal structures, to deepen the study of karst geology.

Experimental results indicate that

1. the dielectricity character of carbonate rocks varies with the mineral constituents, crystal structures and other physical and chemical properties;
2. the specific resistance changes in magnitudes with the state and purity of the water contained in the rock;
3. the dielectric constant (ϵ) and the dielectric phase angle ($\text{tg}\delta$) present a linear correlation with frequency; and
4. the dielectric behavior in microwave frequency usually reflects the characteristics of microwave radiation of surface features.