

检测双频激电仪性能的一种简易 RC 网络

付国红¹,何继善¹,陈一平¹,杨天春²

(1. 中南大学 信息物理工程学院, 湖南 长沙 410083; 2. 湖南大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘 要: 双频激电仪的误差大小将直接影响测量精度, 从而影响到对地质异常的正确判断, 因此, 设计一种简易可靠的测试网络, 对仪器性能进行检测、校验、判定, 具有实际意义。作者在实验室用这种 RC 网络模拟了激电效应, 用考察双频激电仪的一些性能指标及其反映激电异常的能力, 取得了令人满意的效果。

关键词: 双频激电仪; 幅频率; RC 网络

中图分类号: P631.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2004)05-0431-02

双频激电法是由中国工程院院士、中南大学何继善教授研究实现的一种激发极化“变频法”。该方法的本质是将特殊波形的高、低 2 种频率信号电流同时发送和接收, 因此与其它激发极化法相比具有抗干扰能力强、受发送电流变化影响小、测量精度高、观测速度快、工作效率高、装置轻便等优点^[1]。

中南大学早在 70 年代末期开始, 相继研制出了多种型号的双频激电仪并得到了广泛应用。双频激电仪是一种精密检测仪器, 其误差大小将直接影响到实际测量精度, 以及对地质异常的正确判断。作者设计了 1 个简易可靠的 RC 测试网络, 能对双频激电仪的性能指标进行检测、校验和判定, 作者还在实验室用该 RC 网络进行了实际检测, 取得了令人满意的效果。

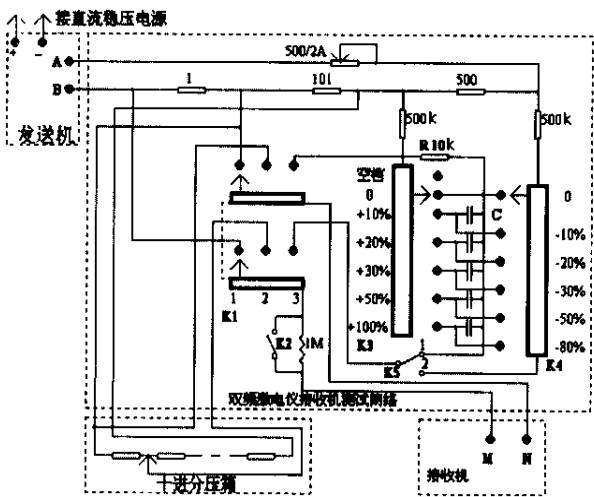


图 1 电路原理

1 电路原理

图 1 为电路原理。发送机高压电源输入端采用 15~20 V 可调稳压电源供电。开启发送机, 调节滑线变阻器使发送机 AB 端输出电流为 20 mA, 在 1 Ω 电阻上将产生幅值为 20 mV 的双频信号; 在 101 Ω 电阻上产生幅值为 2 020 mV 的双频信号, 由十进分压电阻箱切换电阻可输出范围为 0.2~2 020 mV 的双频波; 在 500 Ω 电阻上产生 10 V 幅值的双频信号, 作为激电模拟 RC 网络的输入信号, 切换不同的电容构成相应 RC 网络即可用来模拟各种不同的激电异常(图 1 中对应数值 80% 等均为相应幅频率 F_s 的理论值)。

2 接收机 20 mV 档的检查及输入电阻测量

20 mV 档是接收机野外最常用的档位之一, 可用该信号考察接收机的部分性能(如零漂、温漂等), 同时可用该档测量接收机的输入电阻。

- (1) K_1 置于 1 位置, K_2 闭合, 测量 4 次, 取平均可得高、低频电位差 V_g 、 V_d 和 F_s (实测 $F_s = 0$);
- (2) 将 K_2 掷向断开位置, 即在接收机输入端串入电阻 $R_d = 1\text{ M}\Omega$, 然后测量 4 次, 取平均, 求得该条件下的 V_{gd} 、 V_{dd} 、 F_{sd} ;

可通过下列公式, 计算输入电阻

$$R_{rg} = \frac{V_{gd}}{V_g - V_{gd}} R_d; R_{rd} = \frac{V_{dd}}{V_d - V_{dd}} R_d$$

3 仪器的线性、误差检测

将 K_1 置于 2 位置, 2 020 mV 的双频信号经过

十进分压电阻箱换挡可输出 0.2~2 020 mV 的双频信号,用于对仪器线性度进行测试。每个电位差测量 4 次,按下列公式分别计算出高、低频电位差误差 E_{V_g} 、 E_{V_d} 和幅频率的误差 E_f

$$E_{V_g} = \frac{\sum_{i=1}^N |V_{gi} - V_n|}{4} \times 100\%,$$
$$E_{V_d} = \frac{\sum_{i=1}^N |V_{di} - V_n|}{4} \times 100\%,$$
$$E_f = \frac{\sum_{i=1}^N |F_i|}{4} \times 100\%,$$

式中, V_{gi} 、 V_{di} 和 F_i 分别为第 i 次高频电位差、低频电位差和幅频率, V_n 为十进分压器的输出电位差标称值。由此也可用于对仪器线性度进行检测。同理,调节十进分压箱各档时,同样可用于对接收机的输入阻抗进行测量。

4 幅频率的校验、测量

为简化说明,下面仅以双频仪的 4Hz、4/13Hz 这对频点为例进行说明。

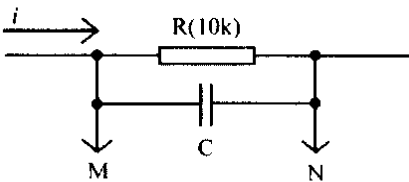


图 2 正 F_s 值测量原理

图 2 为正 F_s 值的测量原理。在 500 Ω 电阻上产生的 10 V 双频信号,经 2 只 500 k Ω 电阻隔离,对 RC 网络起到了恒流作用,为方便起见,仅取 RC 电路进行分析。RC 的并联阻抗为

$$\frac{1}{Z} = \frac{1+j\omega RC}{R}, \quad |Z| = \frac{R}{\sqrt{1+\omega^2 R^2 C^2}},$$
$$F_s = \frac{V_d}{V_g} - 1 = \frac{R}{\sqrt{1+\omega_d^2 R^2 C^2}} \bigg/ \frac{R}{\sqrt{1+\omega_g^2 R^2 C^2}} - 1 =$$
$$\sqrt{\frac{1+\omega_g^2 R^2 C^2}{1+\omega_d^2 R^2 C^2}} - 1,$$

$\omega_d = 2\pi f_d$, 令 $\omega_g = \alpha \omega_d$, 则

$$C = \frac{1}{\omega_d R} \sqrt{\frac{1-(F_s+1)^2}{\alpha^2}}.$$

取 $f_d = 4/13$ Hz, $R = 10$ k Ω , $\alpha = 13$ 。分别取 F_s 值为 0、10%、20%、30%、50%、100%, 计算出的电容见表 1。实测时, K_1 置于 3 位置, K_2 闭合, K_5 置于 2 位

置, K_4 置于 0。分别开启接收机和发送机, 发送机电

流同样调到 20 mA。将 K_3 分别置于 0、+10%、+20%、+30%、+50%、+80% 进行测量(电容值按计算值给出), 测得 V_g 、 V_d 和 F_s 。作者在相应 RC 电路中的实测 F_s 值见表 1。

表 1 计算电容与实测 F_s (1)

$F_s/\%$	0	10	20	30	50	100
$C/\mu\text{F}$	0	1.83	2.65	3.33	4.48	6.98
$F_s/\%$ (实测值)	0	9.8	19.7	29.5	49.0	97.3

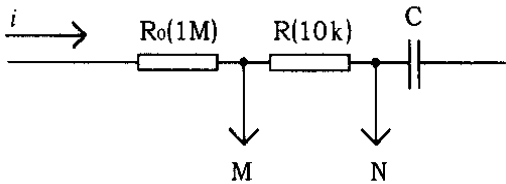


图 3 负 F_s 值测量原理

图 3 为负 F_s 值的测量原理。由于电容的容抗较大,在此应考虑隔离电阻的影响

$$Z = R_0 + R + 1/(j\omega C),$$

$$|Z| = \sqrt{(R+R_0)^2 + 1/(\omega^2 C^2)},$$

$$C = \frac{1}{\alpha(R+R_0)\omega_d} \sqrt{\frac{1-(F_s+1)^2 \alpha^2}{(F_s+1)^2 - 1}}.$$

令 $f_d = 4/13$ Hz, $R = 10$ k Ω , $\alpha = 13$, R_0 分别取 1 M Ω 和 100 k Ω , 由上式计算可得 F_s 值相对应的电容值(表 2)。

表 2 计算电容与实测 F_s (2)

$F_s/\%$	0	-10	-20	-30	-50	-80
$C/\mu\text{F}(R=1\text{M})$	短路	1.05	0.679	0.499	0.292	0.0965
$C/\mu\text{F}(R=100\text{k})$	短路	9.67	6.24	4.58	2.68	0.886

实测时, K_1 置于 3 位置, K_2 闭合, K_5 置于 1 位置, K_3 置于最上端。分别开启接收机和发送机, 发送机电流同样调到 20 mA。 K_4 分别置于 0、-10%、-20%、-30%、-50%、-80% 进行测量。实际测量因仪器输入电阻、输入电容等的影响, 其结果比理论值略低。其它频点的情况同理可导出。

5 结语

上述电路采用优质元件设计。大量实践表明, 该电路能十分方便地模拟多种激发极化异常, 并可替代水槽、野外试验对双频激电仪的多项性能指标进行检查, 从而节省了人力、物力和资金投入。该电路装置制作简单, 使用方便、可靠, 不仅可用于仪器生产, 还可用于长期使用后对仪器的性能检查, 以便及时发现问题, 确保勘探结果的准确。 下接 435 页

直接影响着异常及含油气远景的评价效果,不能随意夸大或者压缩背景区域的范围,使局部异常下限得不到区域背景的支撑,而降低了异常的可靠性。

根据化探指标数据呈正态分布的前提下,结合盆地地层分布、构造特征、沉积岩相、油气演化等因素划分地球化学区来确定异常,综合研究与油气的内在联系,使化探成果解释逼近客观地质体。

在本文撰写中,得到了刘崇禧教授的大力支持

和指导,在此深表感谢。

参考文献:

[1] 刘崇禧,赵克斌,余刘应,等. 中国油气化探 40 年[M]. 北京:地质出版社,2001.

[2] 杨育斌,张金来,吴学明,等. 油气地球化学勘查[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1995.

VARIATION REGULARITY OF GEOCHEMICAL ANOMALIES IN
DIFFERENT BACKGROUNDS: A CASE STUDY OF HEFEI BASIN

RONG Fa-zhun,ZHANG Yan-xia,SUN Chang-qing,MIAO Jiu-jun
(Hefei Geochemical Exploration Institute, SINOPEC, Hefei 230022, China)

Abstract: With Hefei basin as an example, this paper has analyzed the variation regularity of geochemical anomalies in different backgrounds and its significance in exploration, put forward the principle for dividing regional blocks and pointed out the great importance of detailed background investigation in geochemical exploration.

Key words: Hefei basin; background; geochemical anomaly; variation regularity

作者简介: 荣发准(1970—),安徽六安人,工程师,1996 年毕业于成都理工学院,长期从事油气化探工作。

上接 432 页

参考文献:

[1] 白宜诚,崔燕丽,浦慧如. SQ 型双频道激电仪的研制[J]. 物探与化探,2002,26(6).

A SIMPLE RC-CIRCUIT FOR CHECKING THE CHARACTERISTICS
OF DUAL-FREQUENCY IP INSTRUMENTS

FU Guo-hong¹, HE Ji-shan¹, CHEN Yi-ping¹, YANG Tian-chun²

(1. School of Info-Physics and Geomatics Engineering, Central South University, Changsha 410083, China; 2. Civil Engineering College, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: Dual-frequency IP instrument is a kind of precise electronic instruments, and its error has strong influence to survey results. In order to check the characteristics of dual-frequency IP instruments, the authors have designed a simple RC-circuit. The authors have done the simulation test, and gotten satisfactory results.

Key words: dual-frequency IP instrument; polarizability; RC-circuit

作者简介: 付国红(1968—),男,1990 年毕业于常德师专物理系,长期从事电子电器、计算机专业的教学与技术工作,现为中南大学硕士生导师,从事医疗仪器、物探仪器等方面的研究工作,发表论文 2 篇。