

# F26 交流恒流电源的研制

周再发 郑耀林

(电子工程系)

## 摘 要

本文介绍作者研制的新电源——交流恒流电源的功能,用途,电子线路,工作原理以及技术数据。

## 一、前 言

大家知道,当一条船,螺旋桨叶片产生裂纹,可能在行驶中因破碎造成重大事故,电气开关和接触器触头,经长期使用后,将使触头的接触电阻增加,使触头烧坏或产生事故。如能及时测量它们,就可防患于未然。这些测量可以用微小电阻的变化反应出来。比如,金属材料有无裂纹,裂纹的深浅,其电阻值均不同,而这种电阻值的变化量是很小的。根据  $V = IR$  (或  $V = IZ$ ,  $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$ ),只要采用恒流电源,使  $I$  恒定,则  $V = f(R)$  [或  $V = f(Z)$ ] 这样,对反应  $R$  (或  $Z$ ) 变化的电压变量  $V$  进行一套放大、显示便可测量出所对应的物理量。

然而,过去无论国内或国外,在测量微电阻时所采用的电源均为直流恒流电源,这种电源由于存在着信噪比不好,并有热电势和接触电势混杂在信号里的缺点,严重地影响了测试精度,因此不是一种理想的电源。

为了提高测试精度,我们研制了 F26 交流恒流电源,这种电源能排除直流恒流电源所不能消除的接触电势、热电势的影响,并有利于提高仪器的信噪比,是测量微电阻时的比较理想电源。

我们研制的 F26 交流恒流电源,目前国内尚未见到有同类产品的报道。

## 二、电子线路及工作原理

### 1、电子线路简介

如图 1 所示是交流恒流电源的电子线路图,整个电子线路采用集成电路,因此电路的安装、调试及维护都比较简单方便。

(1) 电源部分 由两块 5G14 稳压集成块构成了能产生  $\pm 15V$ ,  $\pm 25V$  的稳压电源。

(2) 正弦振荡器 由一块5G23组成交流文氏电桥正弦波振荡器,其振荡频率  $f = \frac{1}{2\pi R C}$   $R_{203} = R_{204} = R$ ,  $C_{201} = C_{202} = C$ , 式中的  $C_{201}$ ,  $C_{202}$ ,  $R_{203}$ ,  $R_{204}$  分别为文氏电桥两臂上的电容、电阻(见图1)。

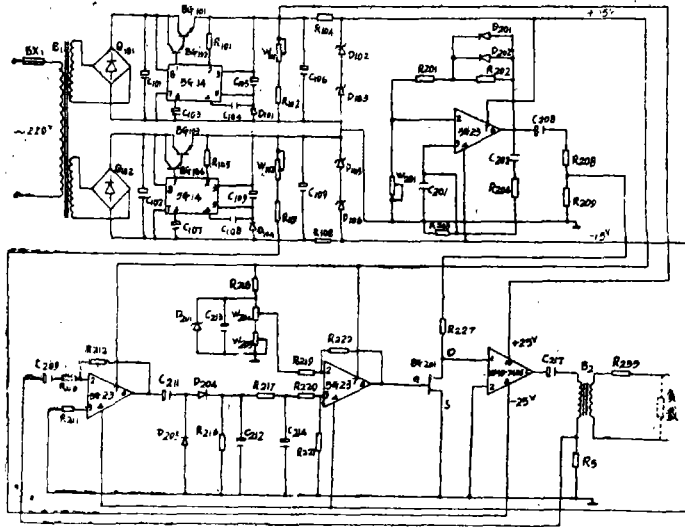


图 1 交流恒流电源线路图

(3) 交流放大器 由一块 5G23 组成, 能将微小的反馈信号进行交流放大后, 经半波整流再输入减法器的正相端。

(4) 减法器 由一块 5G23 构成, 其反相端加上标准给定电压, 正相端加上经放大、整流后的反馈电压, 两者加以比较后, 输出一个放大的负电压去控制场效应晶体管的栅极, 从而改变场效应管的内电阻。

(5) 功放级 由一块 HMO—7436 功率块构成功放级, 其负载能力达 0.5A。

## 2、工作原理

交流恒流电源是通过一个闭环负反馈系统来控制一个非线性元件——场效应晶体管, 改变场效应管的内部电阻, 从而改变输出电压的大小, 使输出电流保持恒定或变化很小。达到交流恒流效果。其工作原理方框图如图 2 所示。

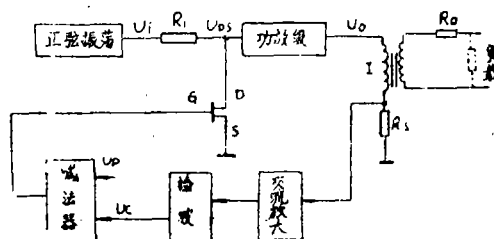


图 2 交流恒流源工作原理方框图

$R_1$ ——分压电阻  $R_0$ ——内接负载电阻  
 $R_S$ ——采样电阻  $U_P$ ——基准电压

我们知道,场效应晶体管在低电平下具有变阻特性,也就是当  $U_i$  不变(见图2),改变栅——源极电压  $U_g$ ,就可改变场效应晶体管的内阻,因而漏极——源极间的电压  $U_{DS}$  也可变。正因为场效应晶体管具有这种变阻特性,所以是本闭环负反馈系统中起恒流效果的关键元件。下面简述其工作原理。

当交流负载电流流过采样电阻  $R_S$ ,便转化为交流电压信号  $U_S$ ,再经交流放大器放大,并通过半波整流,变成直流电压  $U_C$ ,然后加在减法器的同相端,与加在减法器反相端的基准电压  $U_P$  相减(即  $U_P - U_C$ ),使减法器输出一个负电压  $U_g$  去控制场效应晶体管的栅极。因为设计时让场效应晶体管运行在变阻区,所以当  $U_g$  大小一改变,场效应晶体管的内阻也随之改变,该管与功率放大器的输入级并联,与电阻  $R_1$  组成了功放级输入端的分压电路,于是就改变功放级的输入电压,其输出电压也随着改变,从而保持交流负载电流恒定(实际是有很小的变化,因为是有差调节系统)。

其调整过程如下:当某种原因使交流,负载电流  $I$  突然升高。

$I \uparrow \rightarrow U_S \uparrow \rightarrow$  经过放大检波后的  $U_C \uparrow \rightarrow |-U_g| = k(U_P - U_C) \downarrow$  ( $k$ —减法器放大倍数)  $\rightarrow$   
场效应晶体管的内阻  $R_{DS} \downarrow \rightarrow U_{DS} \downarrow$  (场效应晶体管的漏极——源极电压,也就是功放级的输入电压)  $\rightarrow U_o \downarrow$  (功放级输出电压)  $\rightarrow$   
-----  
 $\rightarrow I \downarrow$  (使升高的电流  $I$  下降,恢复到接近于原来的  $I$ )。

反之,如果  $I$  突然下降,其过程相同即:

$I \downarrow \rightarrow U_S \downarrow \rightarrow U_C \downarrow \rightarrow |-U_g| \uparrow \rightarrow R_{DS} \uparrow \rightarrow U_{DS} \uparrow \rightarrow U_o \uparrow$  -----  
 $\rightarrow I \uparrow$  (使下降的电流  $I$  提高到接近于原来的  $I$ )。

### 三、交流恒流电源的主要技术数据

- 1、负载电阻由  $0.1m\Omega \sim 2\Omega$ , 电流变化不超过 0.7%。
- 2、负载电流由  $0.1^A \sim 0.5^A$  连续可调。
- 3、输出波形失真度不超过 5%。
- 4、频率分  $20Hz$ ,  $400Hz$ ,  $1000Hz$ , 但只要外加频率源, 频率可由  $20Hz \sim 1000Hz$  连续可调。
- 5、输入电源交流电压  $220V \pm 10\%$ 。

### 四、交流恒流电源设计与调整应注意点

1、设计时应让场效应晶体管运行在可变电阻区,也就是加在场效应晶体管漏极——源极间的交流峰值电压不应超过  $400mV$ , 否则工作点移到放大区,使场效应晶体管失去变阻作用,恒流源也不能起恒流作用。

2、加到场效应晶体管栅极——源极间的负电压  $-U_g$  不宜超过  $-3V$ , 否则波形会产生

截止失真。

3、检波输出直流电压  $U_C$ ，必须加到减法器的同相输入端，而基准电压  $U_P$  应接在反相输入端，并使  $U_P > U_C$ ，才能构成闭环负反馈系统，如接反，就成正反馈，将引起振荡。

4、为了使正弦振荡器输出的正弦波的幅值能保持稳定，在本电路的文氏电桥负反馈回路中并联两只二极管  $D_{201}$ ， $D_{202}$ （见图1），并使之运行在非线性区，这样当振幅增大时，二极管内阻减小，使反馈量增大，于是振荡器的振幅又降低下来，反之，当振幅减小，二极管内阻增大，反馈量减小，振幅又上升，从而减轻了交流恒流电源的调整任务。

本产品是在方志成副教授研制的裂纹深度测量仪的交流恒流电源部分的基础上加以完善的。作为裂纹深度测量仪的电源已收到良好的效果，大大提高了仪器的测量精度。

本产品在研制过程中始终得到方副教授的指导和帮助，在调试过程中得到陈文挺工程师的帮助，概此表示感谢。

### 参 考 文 献

- [1] 方志成，交流电位法裂纹深度测量仪，华侨大学学报，2（1982）。
- [2] 李清泉、黄昌宁，集成运算放大器原理与应用，（1980）。
- [3] CQ出版社，实用电子回路ハンドブック，3（昭和55年）。
- [4] Darold Wobschall, Circuit Design for Electronic Instrumentation<analog and digital devices from sensor to display, (1979)。