

多道电容器荷电状态监测器

连钟祥 李银安

(中国科学院物理研究所)

激光、脉冲强磁场、轨道炮、受控热核聚变等研究装置以及海底石油勘探、桥墩无损检测等探测设备的供能系统和运行过程可以用图1表示。负载电流的峰值为 $i_{\max} = V(L/C)^{1/2}$, 其中 C 为电容器组的总容量, L 为负载电感(为简单明了起见,略去了放电回路中其它的电感值)。为了获得足够大的电流值,常使 V 足够高,并使 C 足够大,为此需将很多台高压电容器并联到负载上。只有当所有的电容器充到同一电压值 V 并同时放电时,才能得到所需的电流值。但在实验中会发现,由于种种原因(如连线断开、电容器发生故障、开关 K 失灵等),有些电容器或某些单元未能充到预定的电压值,或者放电时未能将所充电量全部注入负载,此时负载电流便达不到所需要的值。这种不正常的工作状态,轻则对所得到的实验结果造成误解,重则会损坏设备,并当实验人员接近这些电容器(如检修等)时会危及人身安全。这些不正常的工作状态,一般很难立即发现,更难以确定发生事故的电容器和放电支路。为了解决这些问题,我们研制成了多道电容器荷电状态监测器,它可用来监视充电过程中各电容器是否充到了预先选定的电压值,并可监测各电容器放电后的残余电压值,及时确定出现故障的电容器及放电支路。

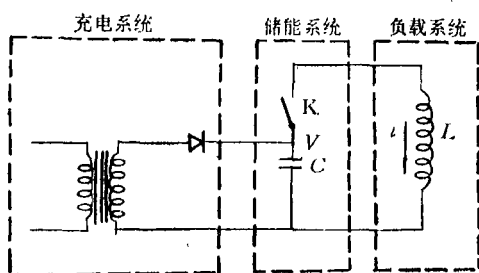


图 1

一、线路和原理

多道电容器荷电状态监测器的线路如图2所示。它是由运算放大器、比较器、非门电路和与非门电路组成的。本监测器能同时监测充有正电和充有负电的电容器荷电状态。图2给出了监测充有负电电容器荷

电状态的一个通道的详细结构。监测充有正电电容器荷电状态的通道结构,除在运算放大器输入级处的元件参数略有不同外,余者均与监测充有负电的电容器荷电状态的通道结构完全相同。下面以监测充有负电的电容器荷电状态的通道为例,对监测器的工作原理加以说明。

设电容器充有电压 V_H , 从分压器上取出的电压 V_A , 经阻抗匹配后输入运算放大器 F 007 进行放大, 将其输出的正电压 V_B 与预设的比较电压 V_P 进行比较, 当 $V_B = V_P$ 时, 比较器 BG 307 的输出电压 V_C 便从低电位翻转到高电位, 并驱动非门元件 3DK4B, 指示灯 L_1 便由熄灭态变为点燃态。此时表示电容器已充到了预选的电压值, 同时 D 点的电位突然降低, 此信号输入与非门元件 3CK12C, 如果被监测的所有电容器都充到了预选的电压值, 则各通道非门电路中的指示灯都处于点燃状态, 此时与非门元件 3CK12C 便驱动, 指示灯 L_T 由熄灭态变为点燃态。如果在被监测的电容器中, 只要有一台电容器未充到预选的电压值, 则与其相应通道上非门电路中的指示灯仍处熄灭态, 此时与非门元件 3CK12C 不能驱动, 指示灯 L_T 处于熄灭态。因此, 指示灯 L_T 点燃时, 表示所有电容器都充到了预选的电压值, 这时就可以进行正常的放电操作; 指示灯 L_T 熄灭时, 表示有些电容器未能充到预选电压值, 这时就不能进行放电操作。如果非门电路中的指示灯与所监测的电容器事先都已一一对应编号, 则从非门电路中未点燃的指示灯的编号, 便能立即知道出现故障的电容器在电容器组中的所处的位置。

如果电容器都充到了预选的电压值, 进行放电操作后, 指示灯 L_T 应熄灭(如仍点燃, 表示所有电容器都未放电); 如果有些非门电路中的指示灯仍点燃, 则表示与这些指示灯相应的电容器未被放电, 放电支路出现故障; 如果所有非门电路中的指示灯全部熄灭, 则表示所有电容器都已放电。但必须指出, 这些指示灯的熄灭仅表示电容器上的电压低于原先充上的预选值, 并不表示电容器的电量彻底放完, 电压降为零。事实上, 电容器上的电量并不能完全放完, 总是残存一些电量, 或者在放电过程中因某种事故出现, 电容器只放出了一部分电量, 电容器仍带有很高的电压。为了检测放电后电容器上的剩余电压值, 只需将比较电压 V_P

