

MM602E 型质谱仪电磁阀控制电路的代换

王正纲* 徐志明 王岩军

(新疆农科院测试中心 乌鲁木齐 830000)

MM602 型质谱仪中有两个电磁隔离阀位于真空系统的咽喉通道上, 它能在意外停电时, 自动切断高真空部与低真空部的气体通道、防止初级机械泵油倒灌、造成高真空部的高级扩散泵的损坏。另则气体通道不开启, 仪器的离子源不可能达到 10^{-7} Pa 的高真空状态, 样品的测试工作是无法进行的。

但这两个电磁阀经常损坏, 为此, 我们对坏阀进行了解剖, 用刻刀挑开控制盒中封灌的树脂, 发现其电路比较复杂、原型号芯片也买不到, 资料中也查不到, 更谈不上了解其工作状态了。经过反复考证, 阀的机械部分和电磁线圈完好, 只是控制电路部分损坏, 又经多次模拟实验发现, 电磁阀瞬时吸合时直流电压不得低于 200 V, 吸合延时 0.2s ~ 0.3s

后, 电压必须瞬时从 220 V 降为 25 V, 误差 $\leq \pm 1$ V, 最后电流稳定在 0.7 A ~ 0.8 A 为正常 (见图 1)。上述转化过程必须自动完成。

我们曾用市电经整流二极管半波整流, 配合具有热敏特性的 PTC 半导体陶瓷元件等几种方案试验过, 不是起动电流不够就是电压转换时间长, 工作性能不好, 导致电磁圈过热和起停频繁, 后来采用双向可控硅作导通角, 大小两档自动转换达到起动和保持的控制目的, 其工作原理简介如下: 图 3 中去掉虚线框内的电路部分, 为单时间常数的相控电路。在电流的第一个半周, C_3 被充电, 当充电的电

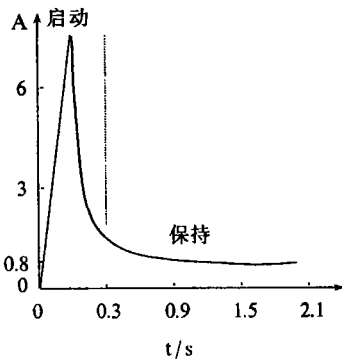


图1 电磁线圈的工作情况

Fig. 1 Working state of electromagnetic valve

压达到触发二极管 D_2 的转折电压 V_{bo} 时, C_3 通过触发二极管 D_2 和双向可控硅 D_1 控制极放电, 使 D_1 导通, 其导通角为 θ_a (见图 2b)。由于在触发脉冲形成时, 电容 C_3 上的电压有一个突降, 当第二个半周到来时, C_3 在这个下降的基础上反方向充电, 达到下一个 V_{bo} 的时间就被提前了, 相应的导通角为 θ_b ($\theta_b > \theta_a$), 这以后的导通角均

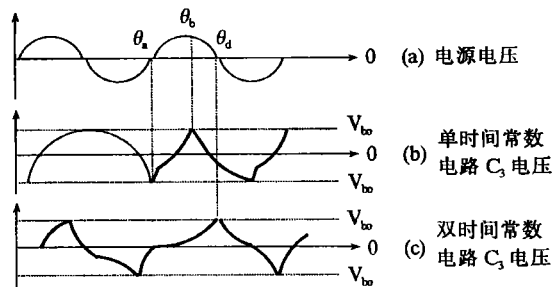


图2 两种不同时间常数电路的波形对比

Fig. 2 Comparison of circuit wave forms of different time constant

* 通讯联系人。

为 θ_0 ，这样一来就使小导通角的相位受到限制，表现在同负载时电压不能调得太低，在低电压区有一个失控区，经实测当减小 R_3 使 D_1 刚好导通时，负载上的电压从 0 V 突跳到 60 V。这便是所谓的突跳效应（又称滞后效应）。

我们对原单时间相控电路作了改进, 增加虚线框内的电路。C₃ 产生每一个触发脉冲后, 再被 C₃ 充电 (见图 2c), 以弥补前述电压突降, 然后 C₃ 接着充电到下一个 V_{bo}, 增大了低功率端的相位控制范围, 在图 2c 中可看出, 电容 C₃ 上已不是正弦波, 而是近似的斜波, 其顶点已向后延迟, 即达到 V_{bo} 的时间被延迟了, 因此得到较小的导通角 θ_d , 该电路最低起控电压为 7 V。

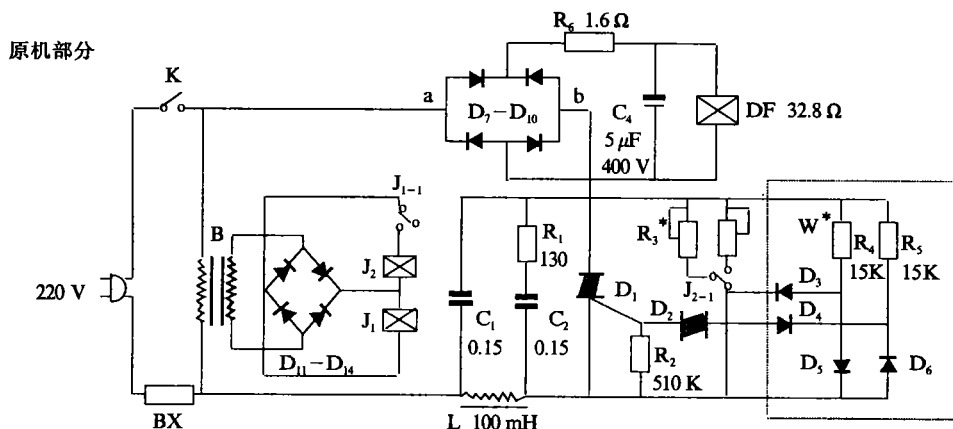


图3 重新设计的控制电路原理图

Fig. 3 Principle diagram of redesigned circuit control

整个电路见图 3, 其工作过程: 电源开关 K 和保险丝 RD 是原机部分, 当闭合电源开关 K 的瞬间, J_1 、 J_2 还未吸合, J_2 的常闭触点 J_{2-1} 将 R_3 接通, 触发电路开始工作, a、b 端产生 200 V 交流电压, 经 D_7 — D_{10} 全波整流后, 通过 R_6 加在电磁线圈 DF 上, 线圈产生磁力, 克服阀体中弹簧力后打开, 仪器气路接通, 经 0.2 s ~ 0.3 s 后, J_1 、 J_2 先后吸合, J_{2-1} 由 R_3 端转换为 W 端。a、b 两端电压由 200 V 瞬时下降约为 21 V 左右, 经 C_4 后成为平稳的约 25 V 直流电继续供电磁线圈 DF。当关闭 K 后, 吸合电压消失, 电磁阀断开, J_1 、 J_2 释放, J_{2-1} 恢复接通 R_3 , 给下次起动作好准备。

元件的作用: 图 3 中 B 、 J_1 、 J_2 为延时电路元件, D_1 为双向可控硅, D_2 为触发二极管, D_1 、 D_2 是电路调压的核心部分, R_3 、 W 分别为起动与保持两档的触发电路充电电阻; D_3 — D_6 、 R_4 、 R_5 为双时间常数相控电路的增加部分, C_1 、 L 是防止干扰外泄的 LC 电路, R_1 、 C_2 可改善带感性负载性能, D_7 — D_{10} 为输出电压的全波整流电路, R_6 为功耗限制电阻。

元件的选择: D_1 用国产 10—15 A/600 V 双向可控硅, 由于大电流作用的时间短, 可不加散热片; D_2 用 2CTS2 触发二极管, 所有电容均采用耐压在 400 V 以上的; L 用 1 mm 塑料线在中波磁棒 (10×30) 上密绕 10 匝; D_{11} — D_{14} 可用小硅堆 50 V/0.1 A; D_3 — D_6 采用 2CP11 整流二极管; D_7 — D_{10} 采用任何塑封的, 电流在 6 A 以上, 耐压为 400 V 以上的整流二极管均可; R_6 用 1.6/10 W 电阻, R_4 、 R_5 功率应为 1 W, 其它均为 0.5 W 即可; C_4 为 5 μ F/400 V 电解电容。

电路的调整：整个电路只要安装无误，一般都可一次成功，安装完成后，只需对起动电压和保持电压仔细调整，使得电磁阀工作在最佳状态，改变 R_3 可改变起动电压（约 200 V），调节 W 可改变保持电压（约 25 V），这可以通过在电磁线圈两端接上电压表后细调 R_3 和 W 完成（上述括号中的数值为最佳电压值）。以上电路经上机使用证明其性能可靠、可以连续使用上千小时，成本低、效果好。

该电路做一块板花费仅在 100 元内，可给国家节约开支 5000 元~6000 元。在科技高速发展的今天，科研仪器更新换代非常迅速，我国早期进口的大型仪器，现在都面临着一个元件如何国产化的严峻课题，如果我们大家努力地去开拓它，走通这条路，可给国家节约大量的外汇，并且可以大大延长这些设备的寿命，为科研做出更大的贡献。

Redesigned Circuit for Electric Magnetic

Valve of Isotope Micromass 602E

Wang Zhenggang Xu Zhiming Wang Yanjun

(Central Laboratory, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Wulumuqi 830000)