

涡轮分子泵电源原理及维修方法探讨

刘文贵*

(地矿部宜昌地矿研究所 湖北 宜昌 443003)

[摘要] 本文简述 BALZERS 公司生产的涡轮分子泵电源的工作原理和工作过程, 绘出了重要工作点的波形并给出了工作参数, 根据作者的实践对电源的维修和改进提出了方案供探讨。

关键词: 涡轮分子泵 电源 维修

MAT 质谱计上普遍使用 BALZERS 公司生产的涡轮分子泵及其配套电源。电源部分结构紧凑, 线路复杂, 维修相当困难。本文对其电源原理和维修作一介绍(以 TCP300 为例并参考其线路图)。

从本质上讲, 涡轮分子泵电源就是一个 PWM(脉宽调制)部件。SG3525 是 PWM 信号的产生机构, PIC626 是 PWM 的执行机构。误差电压分两部分, 与转速信号相应的是 V_+ 正信号(V_+)。由 R33(1Ω , 50W)从电机绕组上得来的取样信号是 V_- 负信号(V_-), $\Delta = V_+ - V_-$ 。PWM 内部(N2)将误差电压转换成占空比 η_- 与误差电压成正比的矩形波(频率恒定), 该信号就是 PIC626 的控制信号, 由 N2 的 13 脚提供。

PWM 工作原理: 按固定频率, 将一相对恒定的直流电压斩波成占空比受负载控制的矩形波, 再经 LC 回路滤波去高次谐波后, 剩下的直流分量 E_0 提供给负载(一般为感性负载)。如图 1 所示, $\eta_- = \tau/T$, $E_0 = \eta_- \times E$, η_- 为 PIC626 输出信号占空比。

在图 3 电路中, K 按图 2 波形节拍工作, 低电平时闭合, 输出高电位, 高电平时断开, 输出 0 电位。输出波形如图 1 所示。D 为续流二极管。K 断开期间, D 为感性负载提供电流通路。图 3 中 PIC626 简化成 K 和 D。

PWM 的工作频率 $f = 1/(RC \times 1.1) = 1/(1.1 \times 7.51K \times 4.7n) = 25.7kHz$, 它也是开关电源的工作频率。

误差电压与转速的关系: N1(SG3525)的 6、5 脚分接 R、C 元件, 决定了 PWM 与开关电源的工作频率。N2(SG3525)是 PWM 的产生机构。它的 2、1 脚分别为误差放大器的同相和反相输入端, $\Delta = V_+ - V_-$, 13 脚为 PWM 输出端。从误差电压曲线看, 由启动到全速运行, V_+ 、 V_- 及 Δ 均随转速的增加而减少, 因而 η_- 亦减少, η_- 增加, E_0 增大, $\eta_- = K \times \Delta$,

1996 年 1 月 27 日收

* 编者按: 本文作者系 1995 年中国质谱学会第 8 次全国同位素质谱学术年会青年质谱工作者获奖获得者

见图4、5。

误差电压的产生过程:电源刚启动时, V_+ 由R23~R26的分压决定, V_- 由R30~R33的分压决定。而后,四相电机的取样电阻上的压降迭加到 V_- 上,转速信号经整形放大,D1译码后,触发D2单稳电路,再经二阶RC低通滤波后,经N4、N6放大为0~0.9V的直流电压,迭加在 V_+ 上。

需要指出的是,电源接通瞬间,译码器D1输出端总有一路是高电平,对应的推动管就会导通,该相绕组得电,转子转动,霍尔探头检测出信号变化,下一相绕组得电,周而复始,电机转动,再经过译码后霍尔转速信号就驱动电机,由慢至快转动,最后达到恒定转速。霍尔探头检测出的信号经D1译码后,D1的1、4脚信号相同,再经微分,削波,形成下尖脉冲触发单稳D2。D2延迟时间 T_r 决定了泵体的额定转速,即在一周期内,每相绕组得电时间不会低于 T_r , T_r 由V21、V22组成的恒流源及C3决定。在恒流源电路中,R100安装在泵体内,这样做的目的是为了使用电源通用。如TCP170、300、330可用同一电源供电。

涡轮分子泵的供电部分包括预备变压器T1及开关电源。接通电源瞬间,T1提供+15V直流,供N1起振,开关电源工作,输出+42V、+15V、-2V三组电源供各部分使用,+15V电源取代了T1提供的+15V预备电源。

电源维修流程见图6。维修时应注意:

1. 本电源工作频率高达25.7kHz,如果要求用分立元件取代PIC626,则其中的大功率三级管和续流二极管D应满足这一频率要求。如达不到要求,可将N1的6脚上的电阻适当增大,降低PWM频率。如降低至15kHz左右仍不会影响正常工作。

2. 泵电源启动过程中,最大功率达300W,正常运行时低于100W,故要求开关电源中的两只开关管功率大于150W,耐压大于800V。

3. 电机推动三级管TIP142($\beta > 1000$)。

4. 本机功率余量小,如遇同时烧开关电源及PIC626的情况,可外接一供电电路,提供+42V、+15V、-2V电源,用分立元件代替PIC626,并注意功率要求。

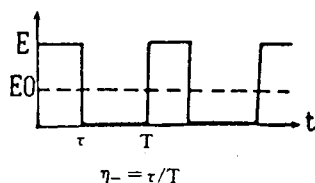


图1 PIC626输出信号

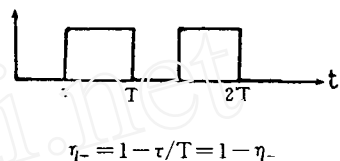


图2 PIC626控制信息

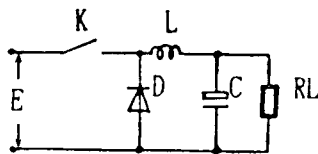
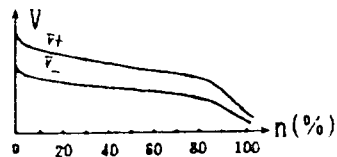


图3 PWM斩波电路



$$\eta_+ = K \cdot \Delta, K \text{ 为常数}$$

图4 误差电压曲线

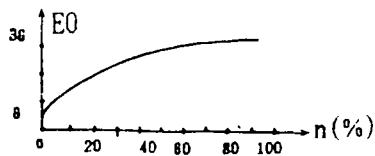


图5 E_0 与转速的关系

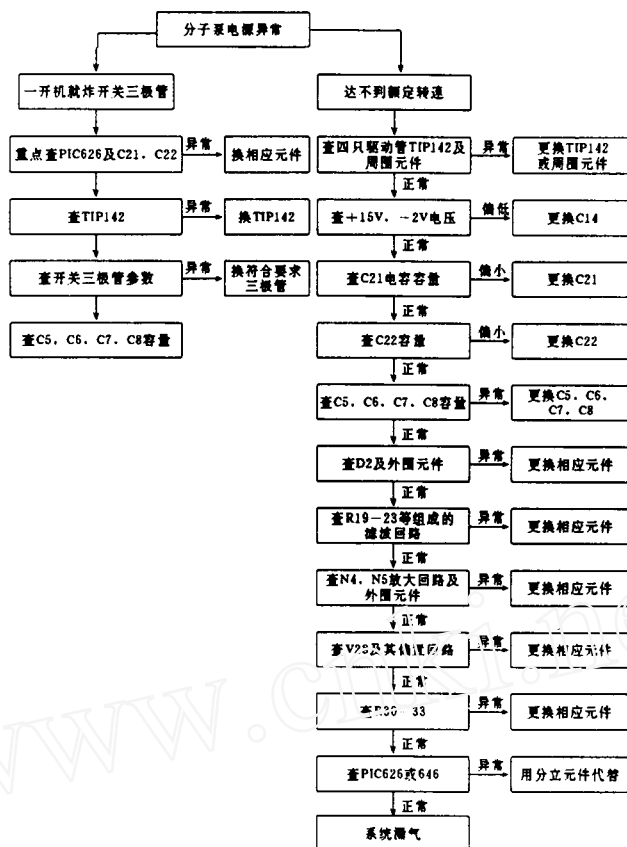


图 6 TCP300 涡轮分子泵电源检修流程

参 考 文 献

- 1 BALZERS COMPANY. TCP300 涡轮分子泵说明书

Maintenance of the Power of Turbomolecular Pump

Liu Wengui

(Yichang Institute of Geology, Yichang 443003, Hubei, China)

Received 1996-01-27

Abstract

The principle and the main parameters of the power of the turbomolecular pump made by BALZERS Company are briefly described. The maintenance procedure has been discussed according to the practice of the author.

Key Words: turbomolecular pump, maintenance, procedure