

进口镀膜设备电子枪高压电源 EB-8 的原理及故障诊断

The Repair of EB-8 of Imported LLE-2500 Evaporator

陈光文 姜 杰 赵曙建 王海宁 王春育

(昆明物理研究所, 昆明 650223)

摘 要: 通过对进口非标设备 LLE-2500 数控镀膜机电子枪高压电源 EB-8 的原理及故障诊断维修经验的简述, 希望对进口设备的维修工作有借鉴作用。

关键词: 进口设备 维修 电子束高压电源

Abstract: Introduced the theory of electron beam power supply (EB-8) of imported LLE-2500 evaporator. Reviewed the experience of failure diagnose and repair, hoped it be helpful for maintain and mend of imported equipment.

Key words: imported equipment maintain and mend electron beam power supply

0 维修背景

我所引进的 LLE-2500 型数控镀膜设备是 20 世纪 90 年代由美国 INNOTECH 公司制造的非标设备。该设备在 2002 年 9 月底突然故障停机。由于美国 INNOTECH 公司已经倒闭, 其原有在华代理也转投其他公司, 设备维修事宜求告无门。其间, 曾请其他外国镀膜设备公司的人员前来查诊, 皆因系统复杂无果而返。设备瘫痪直接影响到我所的科研生产的正常进行, 我们只有, 自行修理。

1 设备原理及故障现象

LLE-2500 蒸镀设备配有离子源、E 型电子枪, 通过其控制面板可对镀膜过程进行编程和实时控制, 有非常完善的互锁保护功能, 是易操作、自动保护功能完备的高度自动化镀膜系统。其 E 型电子枪所用高压电源, 是 INNOTECH 公司制造的 EB-8 型, 功率 15kW, 输入为 380V 三相交流电, 有 4 路电源输出给电子枪:

- 1) 用于电子束加速的直流高压 (2kV ~ 10kV);
- 2) 用于灯丝加热的交流低压;
- 3) 用于调整电子束位置的直流低压;

- 4) 用于电子束扫描的交流低压。

高压电源由控制线与主控柜相连, 使得从主控柜控制面板上即可编程控制。高压电源还与整机的水冷、气动、真空室气压、高压柜内冷却气流、钳锅位置等形成互锁。图 1 为高压电源原理框图。

从图 1 中可以看出, EB-8 与其他公司如德国莱宝公司的高压电源有所不同。其对高压输出的调节控制是在高压变压器的初级, 即在低压输入端由初级电源控制 (PPC) 来进行的。调节好的低压输入经高压变压器升压后, 经整流滤波后直接输出高达 10kVDC 的直流高压。

初级电源控制 (PPC) 的核心, 是享有美国专利的电流电源控制模块 (CSC), 而 CSC 又由高压逻辑电路 (HVL) 控制。

高压逻辑电路 (HVL) 承担着控制 CSC 和监控高压输出的任务。它与电子枪控制还有关联。当主控柜控制面板上选择了“高压打开”, 且其他必要条件均满足时, 高压接触器闭合, 同时给出信号到 HVL, 由 HVL 控制 CSC 调节电压输入。

电流电源控制模块 (CSC) 由 3 组成对的可控硅、可控硅导通控制模块、能量吸收电路、软启动

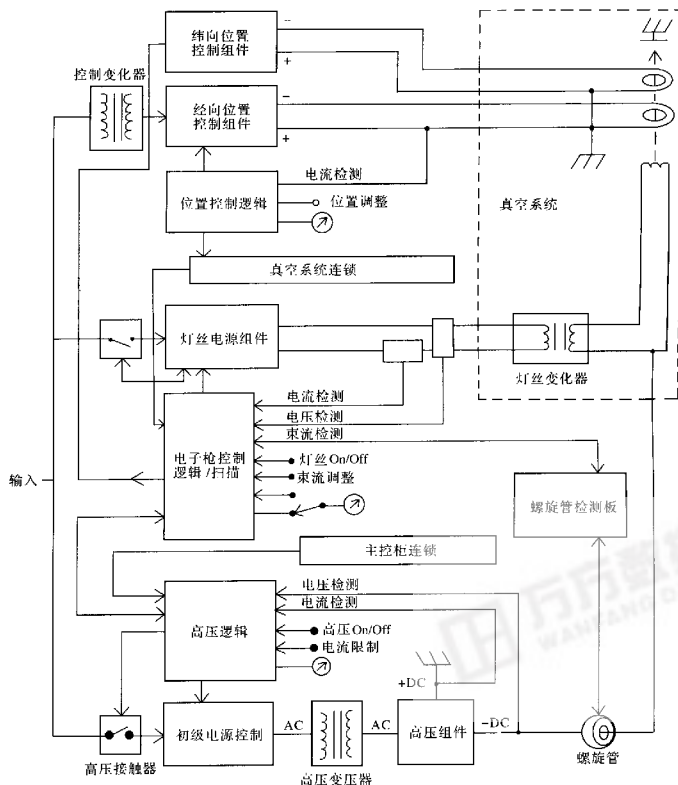


图1 高压电源原理框图

触发电路等部分组成。三相交流输入的每一相，都通过一对可控硅接入变压器初级，由导通控制模块来控制可控硅的依次导通时间和导通角，从而调节输入能量的大小。

能量吸收电路是为了防止高压电弧造成的损坏而设计的。电子枪或真空系统组件的表面出气或表面不平整等原因，特别是最初启动时，会造成随机的重复性的高压电弧。这些电弧可能不易察觉，但它们对设备和工艺都是有害和危险的。当电弧现象一发生，高压电路里的传感器会立刻感应到其迅速上升的能量，并通知 HVL 关断 PPC，使输入电压降为零，并由能量吸引网络将这一能

量吸收。同时，灯丝电源也降低到比发生电弧前稍低一点的水平。一旦电弧能量降为零，PPC 会再次接通。

软启动电路是为了防止灯丝过热或频繁通断而造成的损坏。当电源接通后，灯丝电压是由 SCR 启动电路控制缓慢上升的。当发生电弧后或类似的电压突然降低的情况时，高压电路里的传感器会告知 HVL，减少灯丝电压。因为当灯丝处于发射状态，而高压断开时，大量的电子不能被正常地加速发射出去，从而造成灯丝过热而引起损坏。软启动电路使灯丝电压在高压消失时维持一个刚要发射的临界水平，而不是完全断开，从而

避免了由于高压的通断造成灯丝的全程温度循环冲击。

由图1中还可以看到,电子束位置也与高压控制有关。当电子束位置控制电路探测到3种错误状态(过流、负流和短路)中的任何一种时,位置控制板上就有相应的LED点亮,再通过光电隔离转换器触发了枪控制板的互锁,进而控制HVL。

故障是在用电子枪蒸镀过程中突然发生的。现象是,供给电子枪的高压突然消失,像正常情况下的自动保护。此后,从控制面板上看,没有任何问题,可以正常执行“高压打开”的动作,控制面板显示高压打开,但始终无法获得高压,且高压电源柜里有异常的“嗒嗒”声。

按照设备使用说明书中“TROUBLESHOOTING”相应指示:①检查三相交流输入的相位时序;②检查线缆,检查后确认三相输入和线缆皆没有问题。

打开高压电源柜,发现能量吸收电路板上的LED闪烁报警。其闪烁频率与“嗒嗒”声相吻合。另外,光斑位置错误LED也闪烁报警。检查、调整光斑位置控制,解决光斑位置错误LED闪烁问题。

2 故障诊断

高压电源柜里有异常的“嗒嗒”声,像继电器“通断通断”的现象,却找不到相应的继电器,声音不知从何而来,推测这一现象正是由于电弧或类似情况引起PPC反复通断造成的。再检查清洁电子枪、钳锅,检查高压电源与主控柜信号线,确认无误。断开高压电源对电子枪输出,高压柜里异响照旧,可以初步判断故障在高压电源柜内。

用数字万用表测量高压变压器初级电压为零,说明SCR不通。经过对SCR的检测,替换后证明SCR没坏,再查控制器和HVL。由于这一部分涉及专利技术,厂家的使用手册中没有详细说明和电路图。经过一个多月的反复摸索,搭建试验电路验证,最后认为,这一部分电路工作正常,问题不在此。

在对HVL的检查中,发现其电流反馈输入部分有异常。而这一异常现象反过来说明高压变压器初级有电流输入,这与用数字万用表测量为零

的结果矛盾。因为当时的示波器无法直接测量380VAC,后来借用1台三相调压器,把380VAC降到20VAC后,才通过示波器发现,高压变压器初级电压不为零,而是以脉冲形式存在。

试验中还发现,当输入电压小于20VAC时,所有故障现象都已消失;有高压输出显示,灯也不闪,“嗒嗒”声也不响。但只要电压继续加大,则故障现象又再现。

反过来,再逐一检查高压整流滤波器电路(在约1kVDC情况下),发现一只高压滤波电容烧毁短路。用4只同耐压值小电容并联替代后,故障得以基本排除。因小电容两极间距离短,常有高压打火现象发生。后用绝缘胶浇灌后,打火现象排除。至此,故障设备完全修复。

3 经验总结

故障诊断是一个烦杂的过程,其间走了很多弯路,一个多月的查控制器和HVL就是如此。故障现象分析诊断时,已有“这一现象正是由于电弧或类似情况引起PPC反复通断造成的”的推测。但在诊断时,用数字万用表测量高压变压器初级电压为零,导致“SCR不通”的误判。另外,最初设备检修时,也曾用数字万用表在无电压情况下检查过高压整流滤波电路。由于数字表的电容档无法测量大电容,只能简单地检查一下通断,从而也错过了及时发现问题的时机。这是经验不够,没能认识到数字表运用的局限性。

但事物都有另外一面,走弯路在某种程度上也是好事。正是这一个多月的反复实践,让我们有机会对这台进口设备,尤其是电子枪高压电源作深入的研究和了解,为这台设备以后的维修打好必要的技术基础。

另外想提一点,进口设备维修问题之所以难以解决,是因为很大程度上的非技术因素存在。不可否认,对进口设备进行维修,特别是在时间紧,而自己又没有经过与该设备相关的任何培训的情况下,心理上始终承受着巨大的压力。无数次“希望—失望—再希望”的经历,又一次成为“科学有险阻,苦战能过关”的有力证明。我也希望叶帅当年的诗句能成为我们的精神力量,相信进口设备维修的问题一定会得到更好的解决。