

中频感应加热电源常见故障与维修

中频电源广范应用于熔炼、透热、淬火、焊接等领域，不同的应用领域对中频电源有不同的要求，因此，中频电源的控制电路和主电路有不同的结构形式。只有在熟练掌握这些电路的基本工作原理和功率器件的基本特性的基础上，才能快速、准确地分析、判断故障原因，采取有效的措施排除故障。在此仅对典型电路和常见故障进行探讨。

1 开机，设备不能正常启动：

1.1

故障现象：启动时直流电流大，直流电压和中频电压低，设备声音沉闷，过流保护。

分析处理：逆变桥有一桥臂的晶闸管可能短路或开路，造成逆变桥三臂桥运行。用示波器分别观察逆变桥的四个桥臂上的晶闸管管压降波形，若有一桥臂上的晶闸管的管压降波形为一线，该晶闸管已穿通；若为正弦波，该晶闸管未导通。更换已穿晶闸管；查找晶闸管未导通的原因

1.2

故障现象：启动时直流电流大，直流电压低，中频电压不能正常建立。

分析处理：补偿电容短路。断开电容，用万用表查找短路电容。更换短路电容。

1.3

故障现象：重载冷炉启动时，各电参数和声音都正常，但功率升不上去，过流保护。

分析处理：（1）逆变换流角太小。用示波器观看逆变晶闸管的换流角，把换流角调到合适值。（2）炉体绝缘阻值低或短路。用兆欧表检测炉体阻值，排除炉体的短路点。（3）炉料（钢铁）相对感应圈阻值低。用兆欧表检测炉料相对感应圈的阻值，若阻值低，重新筑炉。

1.4

故障现象：零电压它激（无专用信号源）启动电路不好启动。

分析处理：（1）电流负反馈量调整得不合适；（2）与电流互感器串联的反并二极管是否击穿；（3）信号线是否过长过细；（4）信号合成相位是否接错；（5）中频变压器和隔离变压器是否损坏，特别要注意变压器匝间短路。重新调整电流负反馈量；更换已损坏的部件。

1.5

故障现象：零电压它激扫频启动电路不好启动。

分析处理：（1）扫频起始频率选择不合适，重新选择起始频率。（2）扫频电路有故障。用示波器观察扫频电路的波形和频率。排除扫频电路故障。

1.6

故障现象：起动时，各电参数和声音都正常，升功率时电流突然没有，电压到额定值，过压过流保护。

分析处理：负载开路，检查负载铜排接头和水冷电缆。

2. 设备能起动，但工作状态不对。

2.1

故障现象：设备空载能起动，但直流电压达不到额定值，直流平波电抗器有冲击声并伴随抖动。

分析处理：关掉逆变控制电源，在整流桥输出端上接上假负载，用示波器观察整流桥的输出波形，可看到整流桥输出缺相波形。缺相的原因可能是：（1）整流触发脉冲丢失。（2）触发脉冲的幅值不够、宽度太窄导致触发功率不够，造成晶闸管时通、时不通。（3）双脉冲触发电路的脉冲时序不对或补脉冲丢失。（4）晶闸管的控制极开路、短路或接触不良。

2.2

故障现象：设备能正常顺利起动，当功率升到某一值时，过压或过流保护。

分析处理：分两步查找故障原因：（1）先将设备空载运行，观察电压能否升到额定值。若电压不能升到额定值，并且多次在电压某一值附近过流保护。这可能是补偿电容或晶闸管的耐压不够造成的，但也不排除是电路某部分打火造成的。（2）若电压能升到额定值，可将设备转入重载运行，观察电流值是否能达到额定值，若电流不能升到额定值，并且多次在电流某一值附近过流保护，这可能是大电流干扰。要特别注意中频大电流的电磁场对控制部分和信号线的干扰。

3. 设备正常运行时，易出现的故障。

3.1

故障现象：设备运行正常，但在正常过流保护动作时，烧毁多支 KP 晶闸管和快熔。

分析处理：过流保护时，为了向电网释放平波电抗器的能量，整流桥由整流状态转到逆变状态，这时如果 $\alpha > 150^\circ$ 就有可能造成有源逆变颠覆，烧毁多支晶闸管和快熔，开关跳闸，并伴随有巨大的电流短路爆炸声。对变压器产生较大的电流和电磁力冲击，严重时损坏变压器。

3.2

故障现象：设备运行正常，但在高电压区内某点附近，设备工作不稳定，直流电压表晃动，设备伴随有吱吱的声音。这种情况极易造成逆变桥颠覆，烧毁晶闸管。

分析处理：这种故障较难排除，多发生于设备的某部件高压打火：（1）连接铜排接头螺丝松动造成打火。（2）断路器主接头氧化导致打火。（3）补偿电容接线桩螺丝松动引起打火，补偿电容内部放电。阻容吸收电容打火。（4）水冷散热器绝缘部分太脏或炭化对地打火。（5）炉体感应线圈对炉壳、炉

底板打火。炉体感应线圈匝间距太近，匝间打火或起弧。固定炉体感应线圈的绝缘柱因高温炭化放电、打火。（6）晶闸管内部打火。

3.3

故障现象：设备运行正常，但不时地可听到尖锐的嘀—嘀声，同时直流电压表有轻微地摆动。

分析处理：用示波器观察逆变桥直流两端的电压波形，可看到逆变周期性短暂（一个周波）失败或不定周期短暂失败，并联谐振逆变电路短暂失败可自恢复。周期性短暂失败一般是逆变控制部分受到整流脉冲地干扰。非周期性短暂失败一般是由中频变压器匝间绝缘不良产生。

3.4

故障现象：设备正常运行一段时间后，设备出现异常声音，电表读数晃动，设备工作不稳定。

分析处理：设备工作一段时间后出现异常声、工作不稳定。主要是设备的电气元器件的热特性不好。可把设备的电气部分分为弱电和强电两部分，分别检测。先检测控制部分，可预防损坏主电路功率器件。在不合主电源开关的情况下，只接通控制部分的电源，待控制部分工作一段时间后，用示波器检测控制板的触发脉冲，看触发脉冲是否正常。

在确认控制部分没有问题的前提下，把设备开起来，待不正常现象出现后，用示波器观察每支晶闸管的管压降波形，找出热特性不好的晶闸管。若晶闸管的管压降波形都正常，这时就要注意其它电气部件是否有问题，要特别注意断路器、电容器、电抗器、铜排接点和主变压器。

3.5

故障现象：设备工作正常，但功率上不去。

分析处理：设备工作正常，只能说明设备各部件完好。功率上不去说明设备各参数调整不合适。影响设备功率上不去的主要原因有：（1）整流部分没调好，整流管未完全导通，直流电压没达到额定值，影响功率输出。（2）中频电压值调得过高过低，影响功率输出。（3）截流、截压值调节得不当，使得功率输出低。（4）炉体与电源不配套，严重影响功率输出。（5）补偿电容器配置得过多或过少，都得不到电效率和热效率最佳的功率输出，即得不到最佳的经济功率输出。（6）中频输出回路的分布电感和谐振回路的附加电感过大，也影响最大功率输出。

3.6

故障现象：设备运行正常，但在某功率段升降功率时，设备出现异常声音、抖动，电气仪表指示摆动。

分析处理：这种故障一般发生在功率给定电位器上，功率给定电位器某段不平滑，跳动，造成设备工作不稳定。严重时造成逆变颠覆，烧毁晶闸管。

3.7

故障现象：设备运行正常，但旁路电抗器发热、烧毁。

分析处理：造成旁路电抗器发热、烧毁的主要原因有：（1）旁路电抗器自身质量不好。（2）逆变电路存在不对称运行，造成逆变电路不对称运行的主要原因来源于信号回路。

3.8

故障现象：设备运行正常，经常击穿补偿电容。

分析处理：故障原因：（1）中频电压和工作频率过高。（2）电容配置不够。（3）在电容升压电路中，串联电容与并联电容的容量相差太大，造成电压不均，击穿电容。（4）冷却不好，击穿电容。

3.9

故障现象：设备运行正常，但频繁过流。

分析处理：设备运行时各电参数、波形、声音都正常，就是频繁过流。当出现这样的故障时，要注意是否是由于布线不当产生电磁干扰和线间寄生参数耦合干扰。如：强电线与弱电线布在一起；工频线与中频线布在一起；信号线与强电线、中频线、汇流排交织在一起等。

4. 直流平波电抗器

故障现象：设备工作不稳定，电参数波动，设备有异常声音。频繁出现过流保护和烧毁快速晶闸管。

分析处理：在中频电源维修中，直流平波电抗器故障属较难判断和处理的故障。直流平波电抗器易出现的故障有：（1）用户随意调整电抗器的气隙和线圈匝数,改变了电抗器的电感量，影响了电抗器的滤波功能，使输出的直流电流出现断续现象，导致逆变桥工作不稳定，逆变失败，烧毁逆变晶闸管。随便调小电抗器的气隙和减少线圈匝数，在逆变桥直通短路时会降低电抗器阻挡电流上升的能力，烧毁晶闸管。随意改变电抗器的电感量，还会影响设备的起动性能。（2）电抗器线圈松动：电抗器的线圈若有松动，在设备工作时，电磁力使线圈抖动，线圈抖动时电感量突变，在轻载起动和小电流运行时易造成逆变失败。（3）电抗器线圈绝缘不好对地短路或匝间短路，打火放电，造成电抗器的电感量突跳和强电磁干扰，使设备工作不稳定，产生异常声音，频繁过流，烧毁晶闸管。造成线圈绝缘层绝缘不好短路的原因有：a. 冷却不好，温度过高导致绝缘层绝缘变差，打火、炭化。b. 电抗器线圈松动，线圈绝缘层与线圈绝缘层之间、线圈绝缘层与铁心之间相对运动摩擦，造成绝缘层损坏。c. 在处理电抗器线圈水垢时，把酸液渗透到线圈内。酸液腐蚀铜管并生成铜盐，破坏绝缘层。

5. 晶闸管：

5.1

故障现象：更换晶闸管后，一开机就烧毁晶闸管。

分析处理：设备出故障，烧毁晶闸管。在更换新晶闸管后，不要马上开机，首先应对设备进行系统检查，排除故障。在确认设备无故障的情况下，再开机。否则，就会出现一开机就烧毁晶闸管的现象。在压装新晶闸管时，一定要注意压力均衡，否则，就会造成晶闸管内部芯片机械损伤，导致晶闸管的耐压值大幅下降，出现一开机就烧毁晶闸管的现象。

5.2

故障现象：更换新晶闸管后，开机正常，但工作一段时间又烧毁晶闸管。

分析处理：发生此类故障的原因有：（1）控制部分的电气元器件热特性不好。（2）晶闸管与散热器安装错位。（3）散热器经多次使用或压装过小台面晶闸管，造成散热器台面中心下凹，导致散热器台面与晶闸管台面接触不良，而烧毁晶闸管。（4）散热器水腔内水垢太厚，导热不好，造成元件过热烧掉。（5）快速晶闸管因散热不好，温度升高。同时晶闸管的关断时间随着温度地升高而增大，最终导致元件不能关断，造成逆变颠覆，烧掉晶闸管。（6）晶闸管工作温度过高，门极参数降低，抗干扰能力下降，易产生误触发，损坏晶闸管和设备。（7）检查阻容吸收电路是否完好。

5.3

故障现象：更换新晶闸管后，设备仍不能正常工作，烧晶闸管。

分析处理：设备出现故障后烧掉晶闸管，换上新晶闸管后，经静态检测设备一切正常，但仍不能正常稳定工作，易烧晶闸管。这时要特别注意脉冲变压器、电源变压器、中频变压器、中频隔离变压器是否出现初级线圈与次级线圈之间、线圈与铁心之间、匝与匝之间是否绝缘不好。

6. 结束语

中频电源的故障现象是多种多样、千奇百怪的，对具体故障要做具体分析。随着中频电源技术的发展和功率的增大，中频电源维修人员必须要具备相当的电路理论基础知识和丰富的实践经验。

最后我们一定要切记：在更换晶闸管后，一定要仔细检测设备；即使在故障排除后，也要对设备进行系统检查！