

MACMIC

逆变焊机

于明

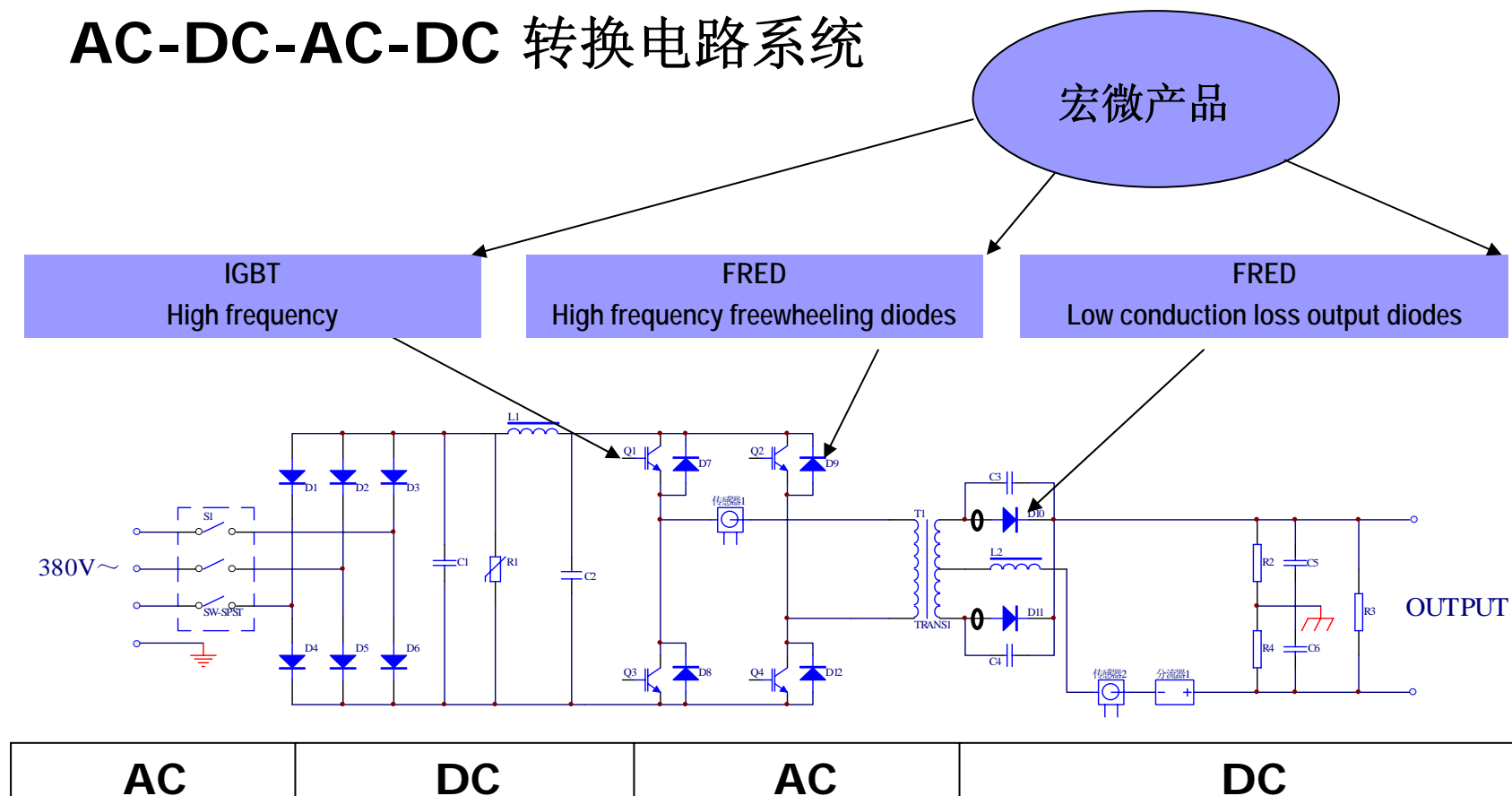
应用工程师

主要内容

1. 逆变焊机总述
2. 逆变焊机分类
3. 逆变电路
4. 软开关技术
5. 实测波形
6. 元器件选型
7. 常见问题分析

逆变焊机

AC-DC-AC-DC 转换电路系统



焊接电源的分类

按焊接机理分：

➤ 弧焊电源



逆变埋弧焊机



逆变手弧焊机

➤ 点焊电源



逆变点焊机



储能点焊机

逆变式弧焊电源

按所使用的功率器件分：

- ✓ 晶闸管式
- ✓ 晶体管式
- ✓ 场效应管式 (**MOSFET**)
- ✓ 绝缘栅双极型晶体管式(**IGBT**)

IGBT逆变焊机的种类

✓ 焊条电弧焊机 - **ZX7**系列

✓ 气保护焊机 { **CO₂**气保焊机- **NBC**系列
氩弧焊机- **WS**或**WSM**系列

✓ 等离子切割机 - **LG**或**LGK**系列

✓ 埋弧焊 - **MZ**系列

✓ 电阻焊机

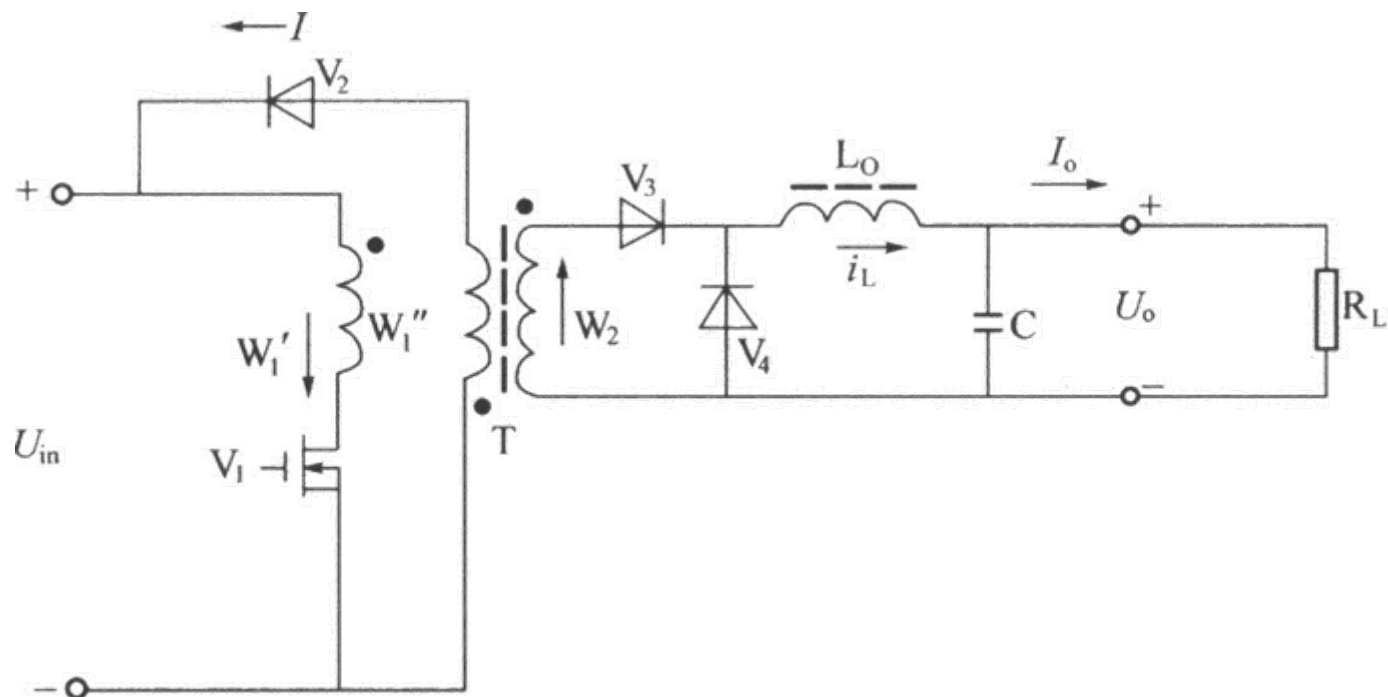
逆变焊机的型号

种类	NBC 系列	ZX 系列	WS 系列	WSM 系列	MZ 系列	LGK 系列
型号	200	160	140	200	630	40
	250	200	160	250	800	60
	350	250	200	315	1000	80
	500	315	315		1250	100
	630	400	400			
			500			
		630				

逆变弧焊电源的主电路拓扑

- ✓ 单端正激逆变电路
- ✓ 半桥逆变电路
- ✓ 全桥逆变电路

单端正激电路



单端正激电路工作原理之一

当开关管 V_1 导通时，输入电压 U_{in} 全部加到变换器初级线圈 W_1' 两端，去磁线圈 W_1'' 上产生的感应电压使二极管 V_2 截止，而次级线圈 W_2 上感应的电压使 V_3 导通，并将输入电流的能量传送给电感 L_o 和电容 C 及负载。

单端正激电路工作原理之二

与此同时在变压器中建立起磁化电流，当 V_1 截止时， V_3 截止， L_o 上的电压极性反转并通过续流二极管 V_4 继续向负载供电，变压器中的磁化电流则通过 W_1' 、 V_2 向输入电源 U_{in} 释放而去磁。

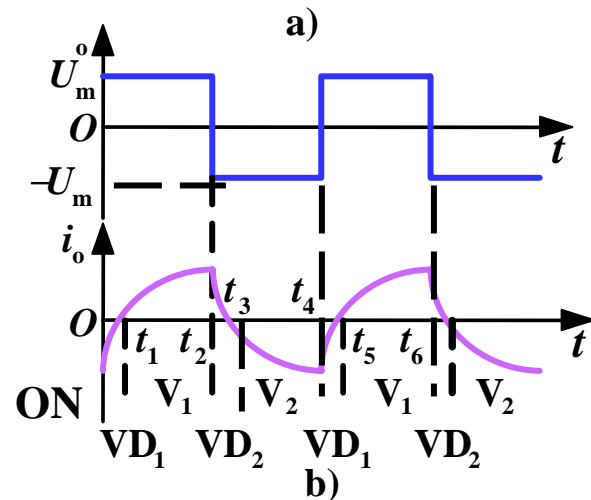
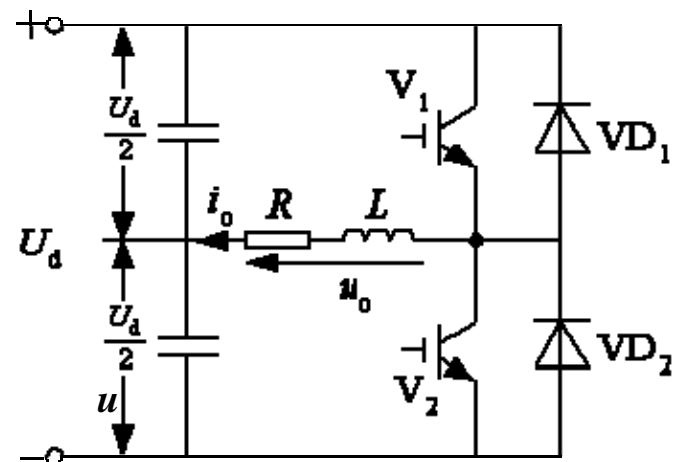
单端正激电路工作原理

W_1'' 具有钳位作用，其上的电压等于输入电压 U_{in} ，在 V_1 再次导通之前，T中的去磁电流必须释放到零，即T中的磁通必须复位，否则，变压器T将发生饱和导致 V_1 损坏。通常 $W_1'=W_1''$ ，采用双线并绕耦合方式的占空比 <0.5 ，否则T将饱和。

半桥电路工作原理

✓ V_1 和 V_2 栅极信号在一周期内各半周正偏、半周反偏，两者互补，输出电压 u_o 为矩形波，幅值为 $U_m = U_d/2$ 。

✓ V_1 或 V_2 通时， i_o 和 u_o 同方向，直流侧向负载提供能量； VD_1 或 VD_2 通时， i_o 和 u_o 反向，电感中贮能向直流侧反馈。 VD_1 、 VD_2 称为**反馈二极管**，它又起着使负载电流连续的作用，又称**续流二极管**。

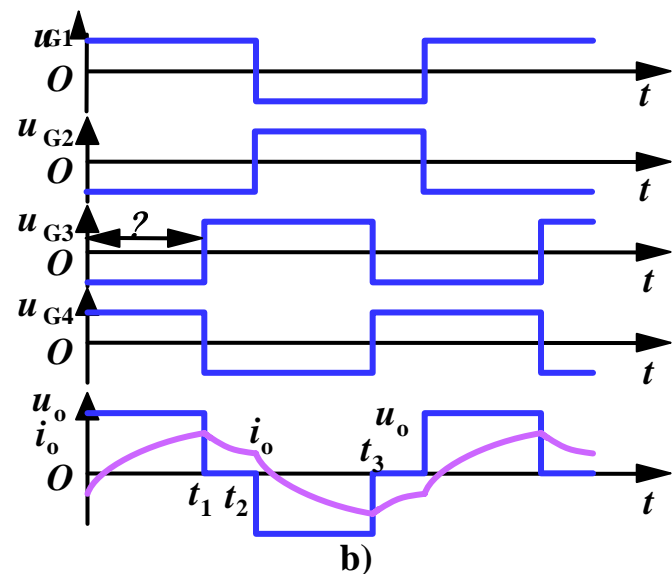
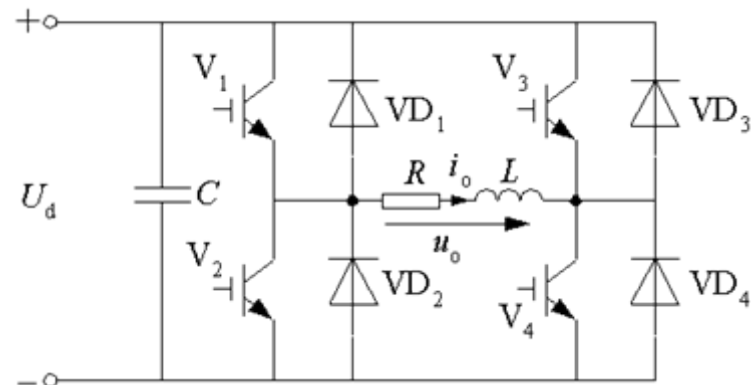


半桥逆变电路

- 优点：电路简单，使用器件少。
- 缺点：输出交流电压幅值为 $U_d/2$ ，且直流侧需两电容器串联，要控制两者电压均衡。
- 应用：
 - ✓ 用于几kW以下的小功率逆变电源。
 - ✓ 单相全桥、三相桥式都可看成若干个半桥逆变电路的组合。

全桥逆变电路

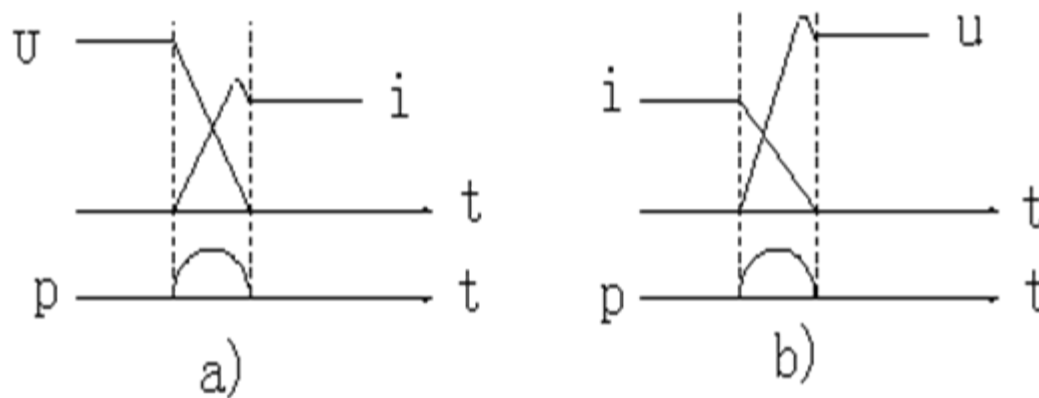
- ✓ 共四个桥臂，可看成两个半桥电路组合而成。
- ✓ 两对桥臂交替导通 180° 。
- ✓ 输出电压和电流波形与半桥电路形状相同，幅值高出一倍。
- ✓ 改变输出交流电压的有效值只能通过改变直流电压 U_d 来实现。



软开关技术

- ✓ 软开关可以是零电压开关、零电流开关或者是二者的组合。
- ✓ 采用软开关技术能使功率器件开关时电压和电流的轨迹相错开，可以降低功率器件的开关损耗、开关应力，从而提高整机的可靠性。

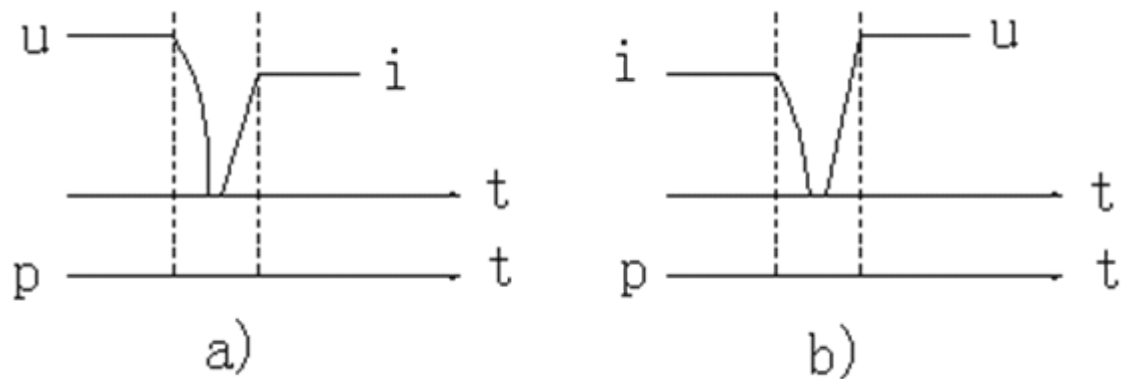
硬开关条件下电流和电压曲线



硬开关电路的开关过程

a) 硬开关开通过程 b) 硬开关关断过程

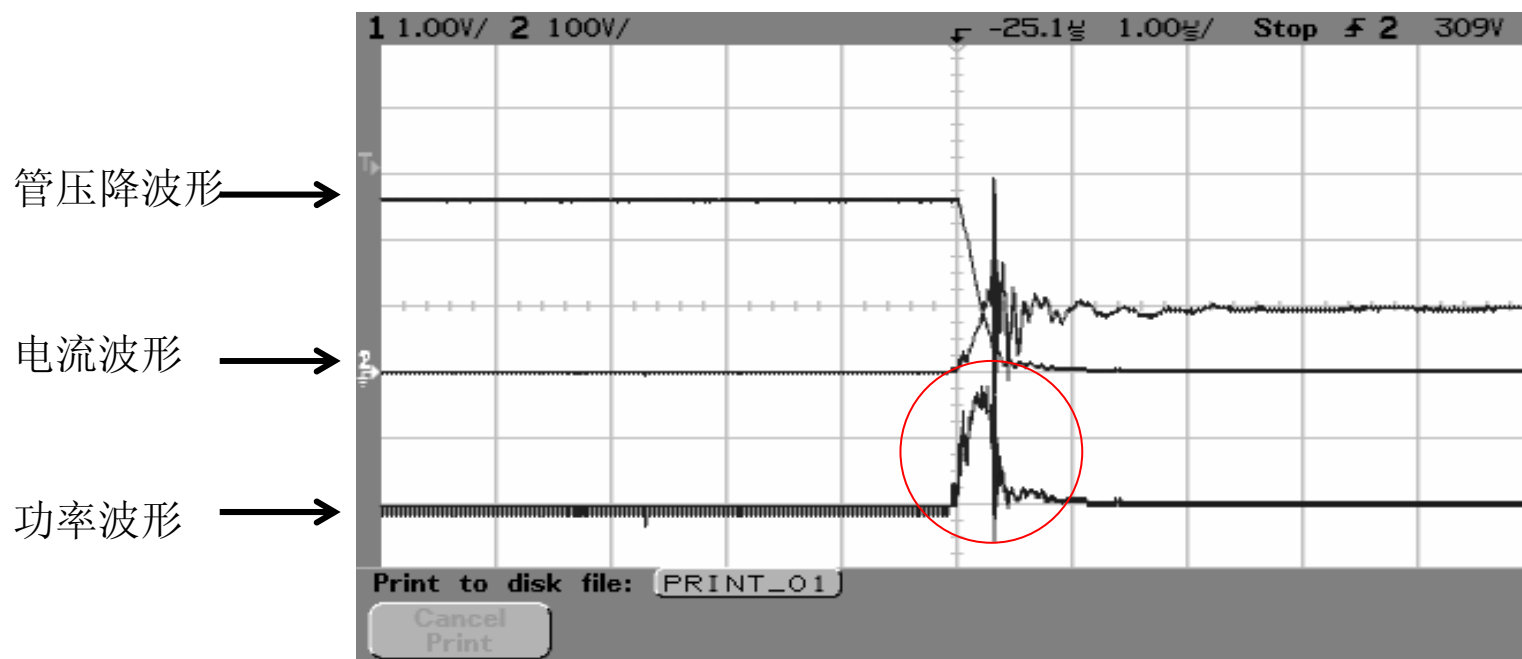
软开关条件下电流和电压曲线



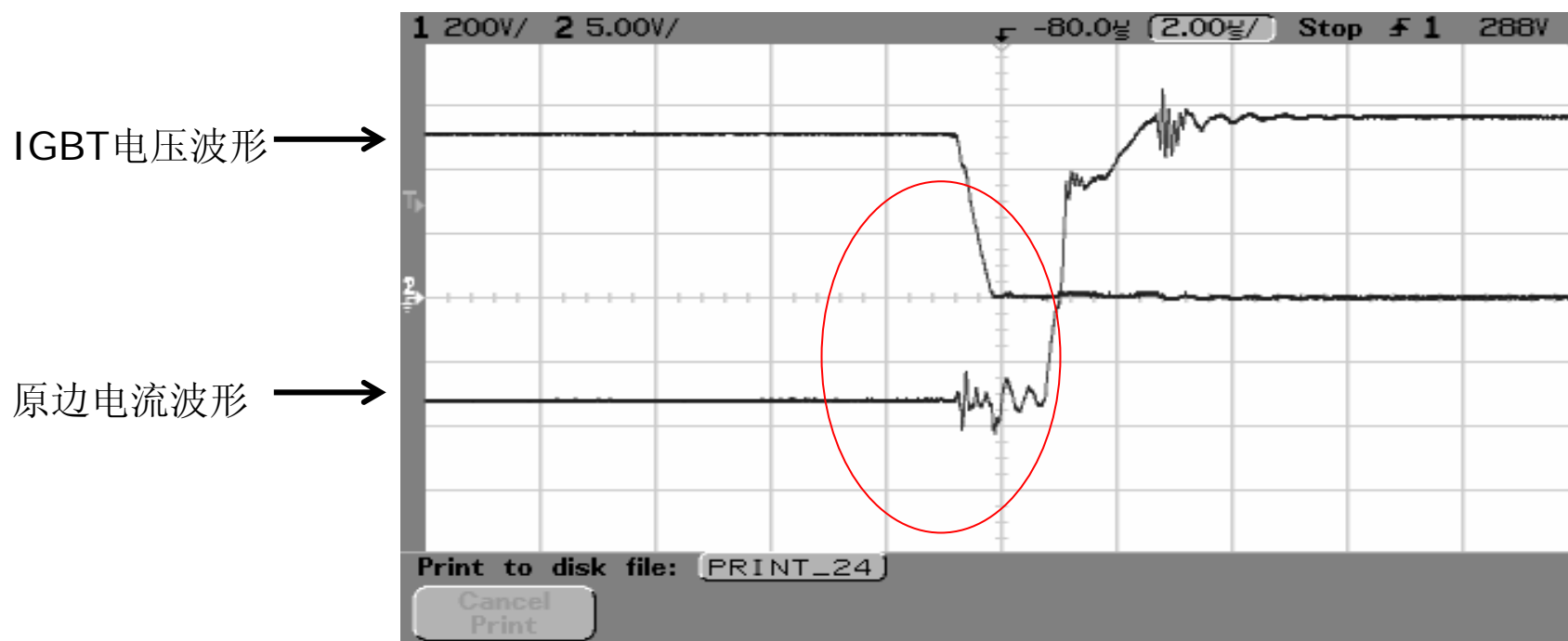
软开关电路的开关过程

a) 软开关开通过程 b) 软开关关断过程

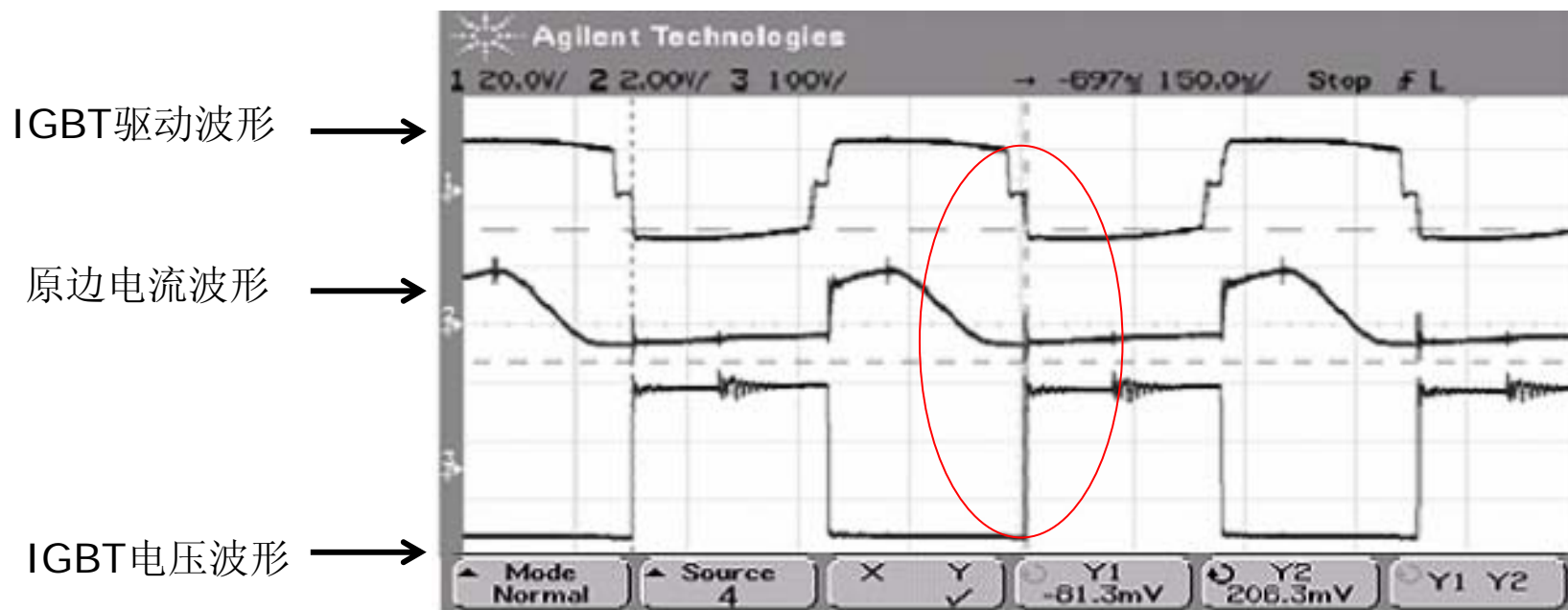
硬开关电路开关损耗波形



零电压开通测试波形



零电流关断测试波形



引起IGBT失效-过热击穿

除了由于器件本身的热阻抗的比较大引起以外，更多是由电路引起的电压尖峰使器件穿通，瞬间的通过大的电流使器件内骤然产生大量热，使模块内部器件因过热而损坏。

此外，器件因短路产生的功耗使芯片温度迅速上升，当温度超过芯片所能承受的温度时，器件会速热击穿而损坏。

引起IGBT失效-电压击穿

这种情况在焊机设计时出现居多，主要原因为：

1. 逆变回路的C，L匹配问题，器件开关过程中产生电压尖峰比较大，高的尖峰电压致使器件雪崩击穿。

2. 器件的吸收电路，因吸收能力不足以吸收掉回路内的干扰信号，干扰信号致使器件雪崩击穿。

常出现的炸管（FRED）原因

高频振荡击穿：主要发生在TIG焊机中，由于高频引弧的瞬间频率MHz级，如果高频引弧电路的自身屏蔽效果不好。就会因隔离差而把高频振荡引入FRED电路产生很高的电压尖峰，这种电压尖峰会**导致FRED**击穿。

自身振荡击穿：硬恢复特性**FRED**在关断时，较大振荡会产生很高的电压尖峰，这种电压尖峰容易引起**FRED**击穿。

功率开关器件选型之一

注意IGBT的额定电压和额定电流：对于所有的IGBT而言，电压应用最大值为额定值的 80 % ； 电流的应用最大值：为额定值的25%-50%（硬开关工作方式下），为额定值的33%-60%（软开关工作方式下）。

额定电压	220AC输入	选600V
	380AC输入	选1200V
额定电流	$\frac{A \times D \times \frac{2}{3}}{N}$	A-焊机的额定电流 D-占空比 N-变比

MACMIC建议-仅供参考

功率开关器件选型之二

额定电流在250A以下的型号，功率模块以MOSFET为主，因为MOSFET的效率较高，尤其WS系列，因为这类机型的功率比较小，MOSFET能够满足功率要求，二者这类机型通常逆变频率比较高，IGBT也难满足要求。

MACMIC建议-仅供参考

功率开关器件选型之三

额定电流在315A以上的型号通常以IGBT逆变为主，通常逆变频率为20KHz左右，IGBT型号的选择通常315A和400A的焊机采用75A/1200V双单元IGBT模块两个，500A-630A的焊机采用100A或150A/1200V双单元IGBT模块两个，630A以上，尤其MZ系列要根据功率选择IGBT的型号。

MACMIC建议-仅供参考

IGBT选型

逆变焊接电源	全桥逆变	半桥逆变
160A	——	75A/1200V *1
250A	——	100A/1200V *1
315A	50A/1200V *2	100A/1200V *1
400A	75A/1200V *2	150A/1200V *1
500A	100或150A/1200V*2	200A/1200V *1
630A	150或200A/1200V*2	——

三相380V输入, $f \leq 20\text{KHz}$

MACMIC建议-仅供参考

逆变焊机输出二极管的选型

- 逆变弧焊机系列输出二极管以非绝缘型为主，根据不同种焊机的外特性，耐压为400V可达到要求。
- 切割机方面使用绝缘型的较多，额定电压根据功率进行选择。
- 额定电流根据输出电流进行选择。

MACMIC建议-仅供参考

逆变弧焊机输出二极管的选型

机型	应用	型号
120A	输出整流	单管并联使用居多例如： MM20FU020PC/PC1（12支）
140A		
160A		
200A		
250A		
315A		MMF200ZX040DK1（2支）
400A		MMF200ZX040DK1（2-3支）
500A		MMF200ZX040DK1（3-4支）

MACMIC建议-仅供参考

谢谢访问!