



哈尔滨工业大学(深圳)

HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

实验与创新实践教育中心

实验报告

姓 名: _____ 学 号: _____

课程名称: _____ 电力电子技术

实验名称: _____ 实验 1 三相桥式全控整流电路实验

实验室名称: _____ K334

实验台号: _____ 9 实验日期: _____ 2025 年 10 月 30 日

同 组 人: _____

报告总分数: _____

教师评语:

助教签字: _____

教师签字: _____

日 期: _____

一、实验目的

- 1.认识和了解三相桥式全控整流实验设备的硬件构成和系统组成，建立从电路图到设备电气结构、从理论到工程实际的感性认识。
- 2.掌握通过对实际电路进行测试以获得电路特性的工程方法。
- 3.通过对实测特性与理论特性的差异性分析，建立工程认识，培养工程意识。

二、实验内容

根据测试数据，绘制实验指导书要求的各特性曲线图；根据实验指导书中实验报告的要求，绘制波形图，由实验数据，计算和分析实验数据得出实验结论（可加页）。

- 1. 三相桥式全控整流电路带纯电阻负载（ $R_d=200\ \Omega$ ），不同触发角 α 时，交流侧输入电流 i_a 、整流电压 u_d 、整流电流 i_d 的波形如图 1-1。（注意按照课上要求对采集的波形进行处理）

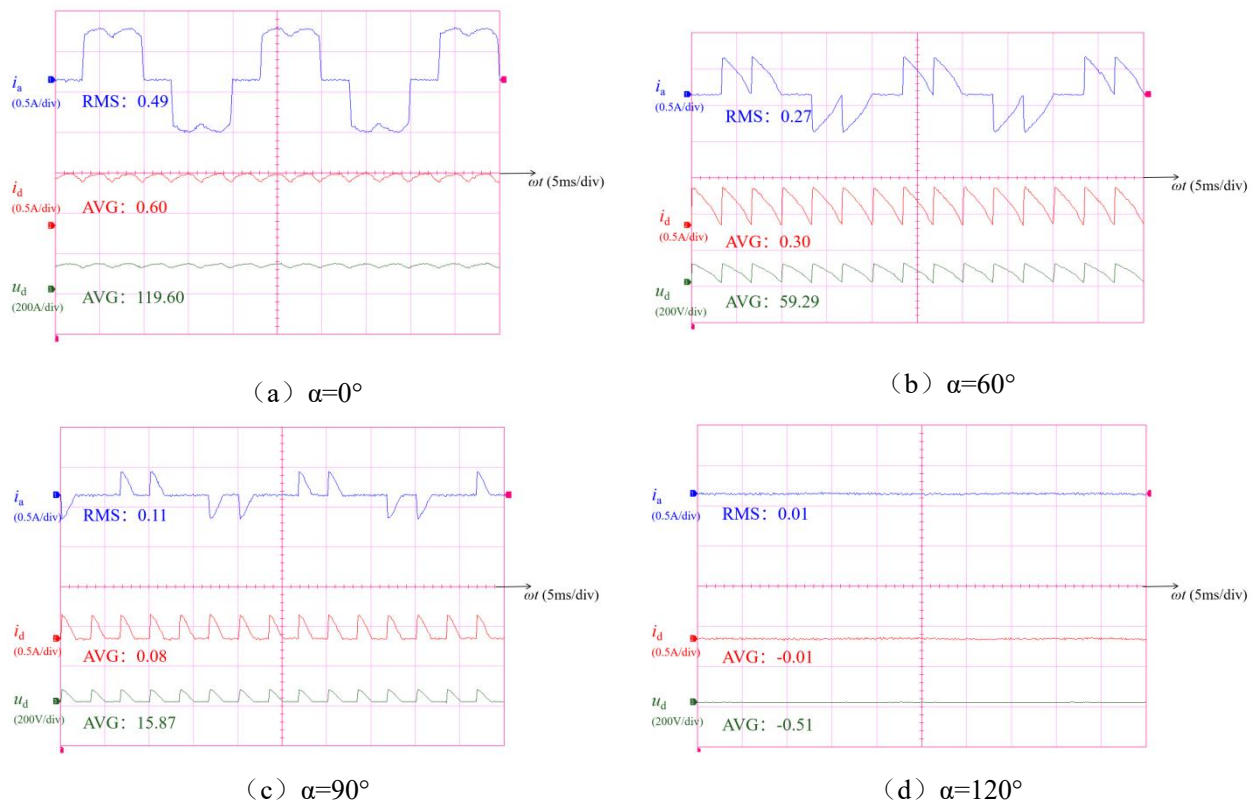


图 1-1 三相桥式全控整流电路纯电阻负载时输入输出波形

- 2. 三相桥式全控整流电路带阻感负载（ $R_d=57\ \Omega$ ， $L=50\text{mH}$ ）不同触发角 α 时，交流侧输入电流 i_a 、整流电压 u_d 、整流电流 i_d 的波形如图 1-2。

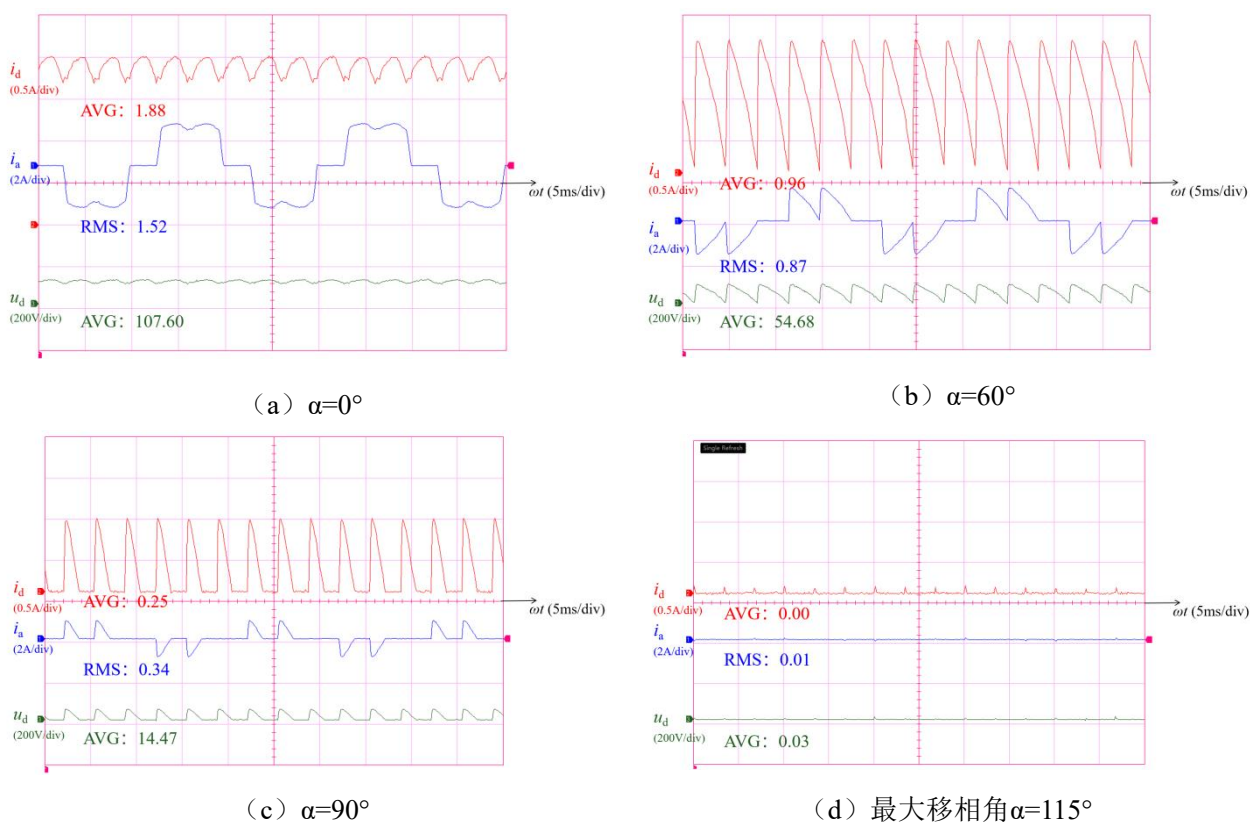


图 1-2 三相桥式全控整流电路阻感负载时输入输出波形

3. 不同负载时，三相桥式全控整流电路线电压 U_{ab} 、整流电流 I_d 和整流电压 U_d 在不同触发角时的测试数据和理论数据如表 1-1 和表 1-2。根据所测实验数据得到不同负载时的三相桥式全控整流电路的控制特性曲线如图 1-3。

表 1-1 三相桥式全控整流电路纯电阻负载时，整流电压和触发角 α 测量数据 ($R_d = 200\Omega$)

触发角 $\alpha(^{\circ})$	线电压 U_{ab} 实测值 (V)	整流电流 I_d 测量 值 (A)	整流电压 U_d 测 量值 (V)	整流电压 U_d 理 论值 (V)
0	91.76	0.602	119.5	125.93
15	91.77	0.578	115.1	121.47
30	92.11	0.519	103.2	109.17
45	92.70	0.425	84.43	89.45
60	93.66	0.3	59.51	63.79
75	93.89	0.175	34.94	37.52
90	94.07	0.078	15.9	17.17
105	94.27	0.014	3.256	4.38
120	94.09	-0.005	-0.5	0

表 1-2 三相桥式全控整流电路阻感负载时，整流电压和触发角 α 测量数据 ($R_d = 57\Omega$, $L = 50\text{ mH}$)

触发角 $\alpha(^{\circ})$	线电压 U_{ab} 实测值 (V)	整流电流 I_d 测量 值 (A)	整流电压 U_d 测 量值 (V)	整流电压 U_d 理 论值 (V)
------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

0	87.50	1.886	107.7	119.60
15	87.91	1.812	103.7	114.87
30	88.99	1.645	94.32	104.57
45	90.80	1.364	77.95	86.96
60	92.65	0.958	54.69	62.79
75	93.64	0.553	31.89	32.99
90	94.38	0.255	14.67	0
105	94.70	0.058	3.294	-33.19
$\alpha_{\max}=115$ ($U_d=0\sim 1V$)	94.99	0.001	0	-50.34

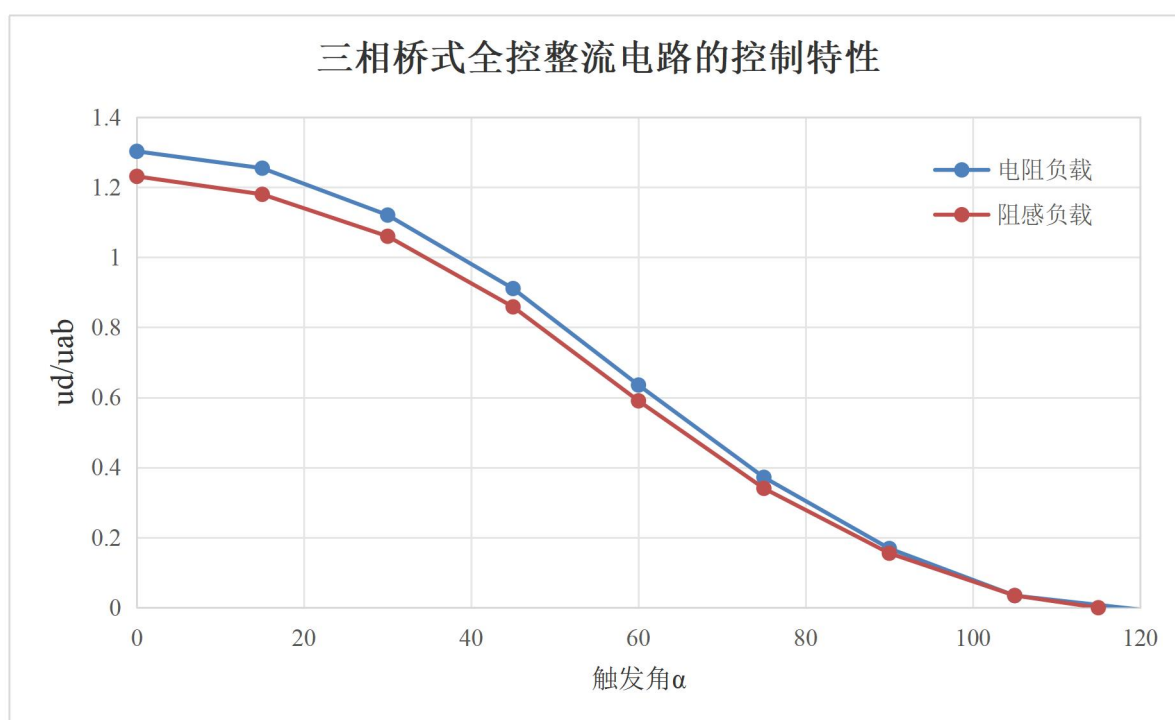


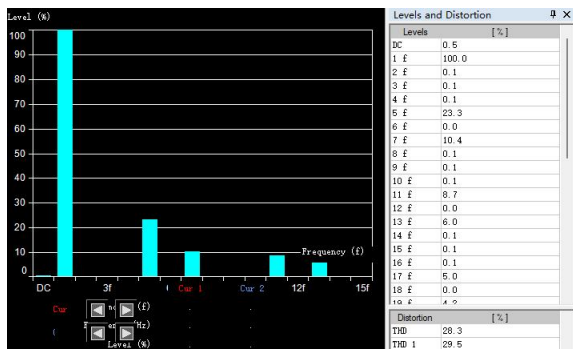
图 1-3 三相桥式全控整流电路不同负载时控制特性曲线

根据图 1-3 中两种特性曲线对比分析，可知不同负载会导致在相同触发角下输出电压的平均值不同，对于纯电阻负载，触发角为 120° 左右才会使输出的 U_d 为零，而对于阻感负载，由于电感的续流作用，会使 u_d 波形出现负半周，因此使 U_d 为零的触发角变小。对于同样的触发角，阻感负载的输出电压更小。

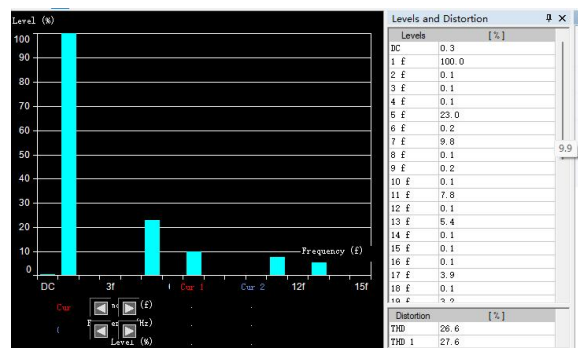
4. 不同负载时，交流侧输入电流 i_a 和整流输出电压 u_d 的谐波分析

(1) 所含谐波次数及谐波有效值与基波有效值和次数的关系

根据实验测试结果，触发角 $\alpha=0^\circ$ 时，纯电阻负载 ($R_d=200\ \Omega$) 和阻感负载 ($R_d=57\ \Omega, L=50\text{mH}$) 的交流侧输入电流 i_a 谐波测试结果如图 1-4，整流输出电压 u_d 的谐波测试结果如图 1-5。

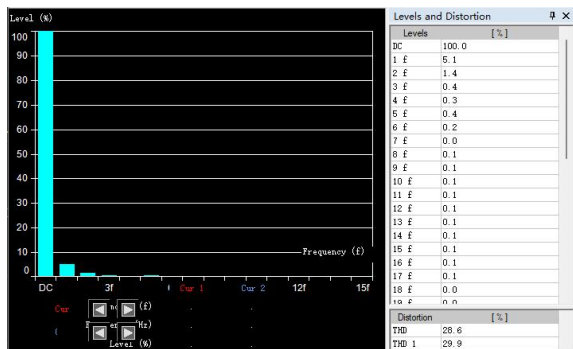


(a) 纯电阻负载

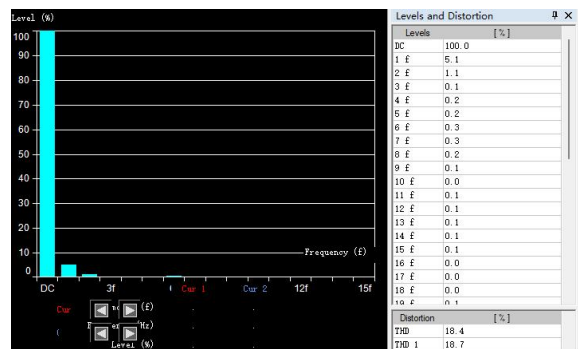


(b) 阻感负载

图 1-4 不同负载时，交流侧输入电流 i_a 谐波测试结果



(a) 纯电阻负载



(b) 阻感负载

图 1-5 不同负载时，整流输出电压 u_d 谐波测试结果

根据图 1-4 可知，交流侧输入电流 i_a 所含谐波次数主要为 $6k \pm 1$ ($k = 1, 2, \dots$) 次谐波，谐波有效值与基波有效值的比值随次数增加迅速下降；根据图 1-5 可知，整流输出电压 u_d 所含谐波主要为低次谐波(二次谐波最主要)，谐波有效值与直流分量的比值随次数增加迅速下降。

(2) 根据图 1-4 (a)、(b) 对比分析，两种不同负载时测量的交流侧输入电流 i_a 的谐波含量差异，并分析存在差异的原因。

电阻负载交流侧输入电流的谐波含量比阻感负载交流侧输入电流的谐波含量多。这是由于电阻负载无法维持输出电流的连续性，而阻感负载的电感不仅可以维持输出电流的连续性，且能减缓电流波形变化的速度平滑电流波形，使输出电流连续且脉动变小。

(3) 根据图 1-5 (a)、(b) 对比分析，两种不同负载时测量的整流输出电压 u_d 的谐波含量差异，并分析存在差异的原因。

电阻负载整流输出电压的谐波含量比阻感负载整流输出电压的谐波含量多。这是由于电阻负载工作在断续状态下，电压出现部分零值区间，零值为电压提供了更多的谐波频率分量，而阻感负载工作在连续模式下，且输出电流脉动较小，因此输出电压的谐波也相应的较少。

三、实验体会与建议

更深刻地认识到实际工程实践中与理论分析的不同，体会从理论到实践的变化。