

****

**实验一：LC电容反馈正弦波振荡器**

姓名：尹航

学号：18373543

班级：180231

目录

[一.实验目的 3](#_Toc58602945)

[二.实验电路图 3](#_Toc58602946)

[三.预习要求 4](#_Toc58602947)

[四.实验仪器及设备 5](#_Toc58602948)

[五.实验内容 5](#_Toc58602949)

[六.数据整理，分析与结论 7](#_Toc58602950)

[七.思考题 18](#_Toc58602951)

# 一.实验目的

1.了解LC三点式振荡电路的基本原理，掌握克拉泼振荡器电路的测试及电路参数的  
计算；

2.研究振荡器的振荡频率及振荡幅度的关系；

3.研究振荡器反馈系数不同时，静态工作电流IEQ对振荡器起振及振幅的影响；

4.当回路LC参数确定后，研究振荡频率受回路Q值和晶体管工作电流IEQ的影响；

5.掌握数字式频率计及示波器的正确使用方法。

# 二.实验电路图

实验电路如下：

图示, 示意图

描述已自动生成

**图1 LC电容反馈正弦波振荡器**

反馈式振荡器电路中，互感耦合振荡器，适于较低波段工作，而在无线电设备中更为广泛采用的振荡电路是三点式LC振荡器，特别电容反馈的三点式电路，由于输出端均接有电容，因此对高次谐波的滤波能力强，振荡波形更接近于正弦波，而且可以直接利用晶体管的输出和输入电容作为回路电容。所以电容反馈LC振荡器具有较好的振荡波形和稳定性、电路形式简单，适合较高波段工作。

# 三.预习要求

**1.复习LC振荡器的工作原理；**

答：LC振荡电路，是指主要由电感L、电容C组成选频网络的振荡电路，通过电场能和磁场能的相互转换产程自由振荡。用于产生高频正弦波信号，常见的LC正弦波振荡电路有变压器反馈式LC振荡电路、电感三点式LC振荡电路和电容三点式LC振荡电路。

LC回路的自由振荡是阻尼振荡，幅度产生衰减，LC电容反馈振荡器包括一个含有LC振荡回路的放大器和一个反馈网络，反馈网络形成正反馈以补充损耗。A为放大增益，F为反馈网络传递函数，振荡器起振条件为AF>1，起振后直至AF=1进入平衡状态。

**2.分析图1所示的实验电路，说明各元件的作用；并计算晶体管静态工作电流I的最大值（注：假设晶体管的β值为80）；**

答：较大，对交流信号短路。、与、组成振荡回路，、有四种组合，分别代表不同的反馈，电感可并联电阻来改变其等效的Q值，可变电容可由20pF~160pF连续变化，从而改变振荡频率。、、和构成偏置电路，与共同决定T静态工作点，调节可改变静态工作电流，是隔直电容，、和构成π型滤波器。

静态工作电流，当=0时，。

**3.实验电路图中，若L=13μH，C1=120pF，C2=680pF，可变电容Cmin=20pF时，最高振荡频率fmax为多少？若可变电容Cmax=160pF时，最低振荡频率fmin为多少？**

答：最高振荡频率，，=10.8MHz，=5.6MHz。

**4.若电感线圈L工作频率在6.5MHz时，电感量为13μH的Q值为100，请计算在L两端分别顺序并联接上电阻110KΩ、33KΩ、10KΩ、4.7KΩ时，电感的Q值相应的值变为多少？**

答：工作在5.6MHz时，电感量为13μH的Q=100，=100kΩ，则=67.45，当=33kΩ，则=38.33，=10kΩ，则=15.85，=4.7kΩ，则=8.13。

# 四.实验仪器及设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1．示波器 | 20MHz | 参考型号BS-6011台 |
| 2．数字式频率计 | 100MHz | 参考型号GUC-20101台 |
| 3．直流稳压垫源 | 0～12V | 参考型号DH17181台 |
| 4．万用表 |  | 参考型号MF-301台 |
| 5．实验电路板 |  | 1块 |

# 五.实验内容

实验前应根据实验电路图，在实验板上找到相应元件位置，及其各扦孔的作用。

1.静态工作点检查：

（1）将实验板电源插孔送入+12V直流电压，注意电源极性不要接反；

（2）将反馈电容C1断开，C2接上，并将示波器接到输出端，观察振荡器停振；注：连接C2的线要用最短的线。

（3）改变电路板上电位器W，并用万用表测试输出端（T1的发射极）V，直流电压Ve能连续变化，并记下最大Vemax，换算成Ie值：

注：Ie=Ve/Re，Re为1KΩ

2.振荡频率与振荡幅度的测试

Ie=2mA，C1/C2=120pF/680pF，RL=110KΩ

实验条件：

1. 振荡范围：改变可变电容器从最大到最小，记下相应的fmax及fmin值。
2. 测试振荡频率与幅度的关系：改变可变电容器使振荡频率分别顺序为7.0MHz、8.0MHz、9.0MHz、10.0MHz时用示波器测出振荡电压的峰值Vpp。

3.测试C1/C2不同时，起振点、振幅与工作电流IEQ的关系：

实验条件：IEQ=4mA，振荡频率f近似为6.5MHz，回路电阻RL=110KΩ

1. 取C1=100pF，C2=2200pF调节电位器W，使IEQ（静态值）为0.4、0.6、0.8、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、5.0mA，用示波器测量输出端振荡幅度Vp-p（峰峰值）
2. 取C1=110pF，C2=1000pF

C1=120pF，C2=680pF

C1=680pF，C2=120pF

分别重复（1）的内容。

4．回路LC参数固定时，改变L的并联电阻使等效Q值变化时，对振荡频率值的影响。

实验条件：f=6.5MHz，C1/C2=120pF/680pF，IEQ=2mA

改变L的并联电阻分别为110KΩ，33KΩ，10KΩ，4.7KΩ时，分别记下振荡频率值（要求有效数字为4～5位）。

5．回路LC参数及Q值都固定不变时，改变晶体管IEQ时测试振荡器的振荡频率值。

实验条件：RL=110KΩ，C1/C2=120pF/680pF，f=6.5MHz（IEQ=2mA）改变晶体管IEQ分别为1.0、2.0、3.0、4.0时测出振荡器的频率值（要求有效数字为4～5位）。

6．研究电源变化对频率稳定度的影响

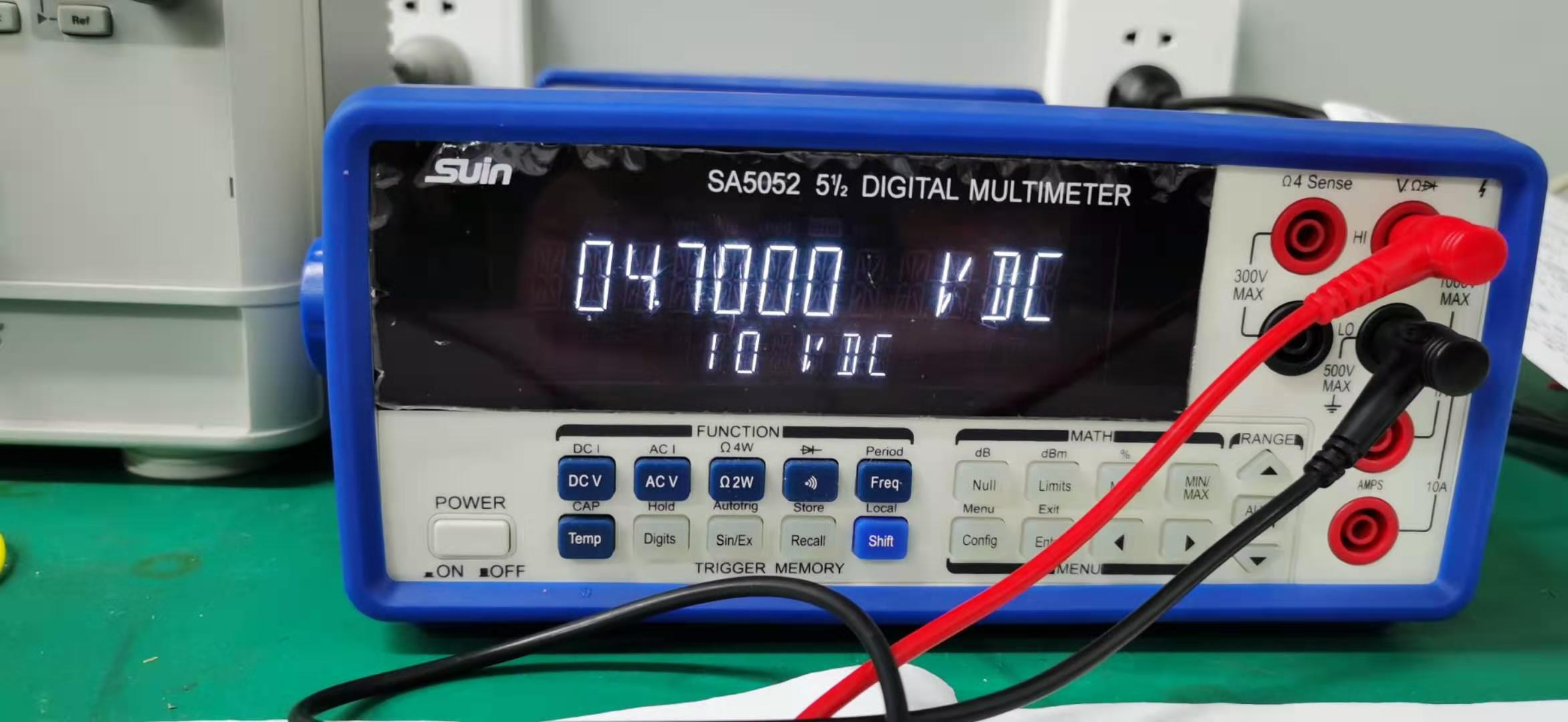
实验条件：C1/C2=120pF/680pF，IEQ=2mA，电源电压为12V时f=6.5MHz，RL=110KΩ改变电源电压为12V、11V、10V、9V时，分别记下振荡频率值。

# 六.数据整理，分析与结论

1.静态工作点检查

将实验电路板接上直流电源，断开、接上，用示波器观察振荡器起振后，改变电位器，用万用表测试下发射极输出端电压值记下**，换算成值。

测得**，对应。



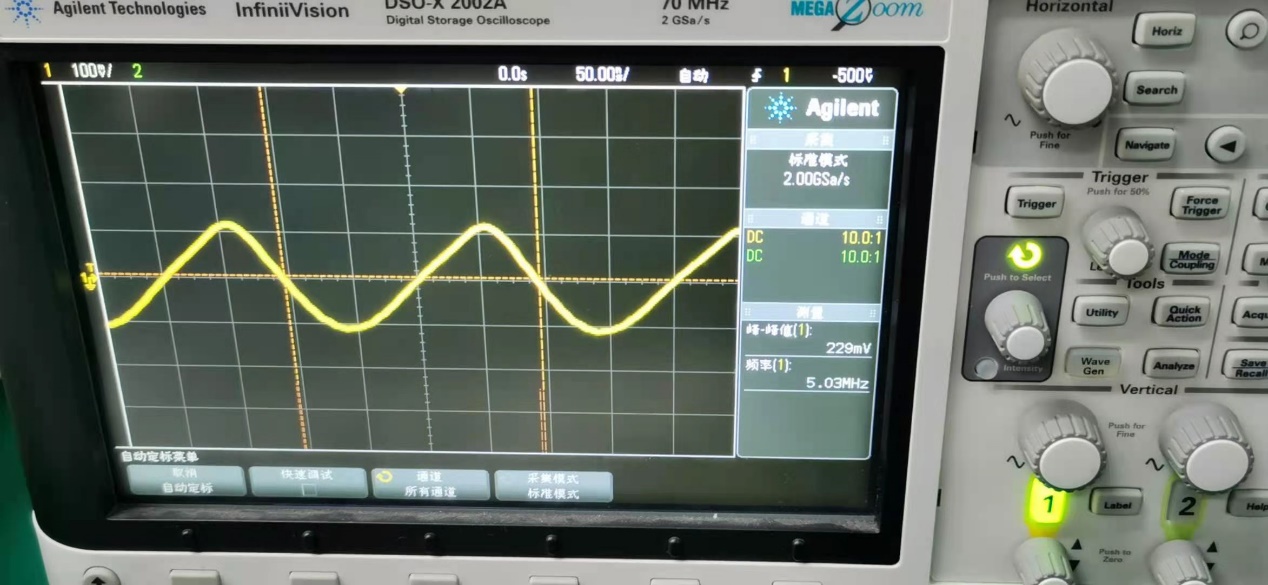
2.振荡频率与振荡幅度的测试

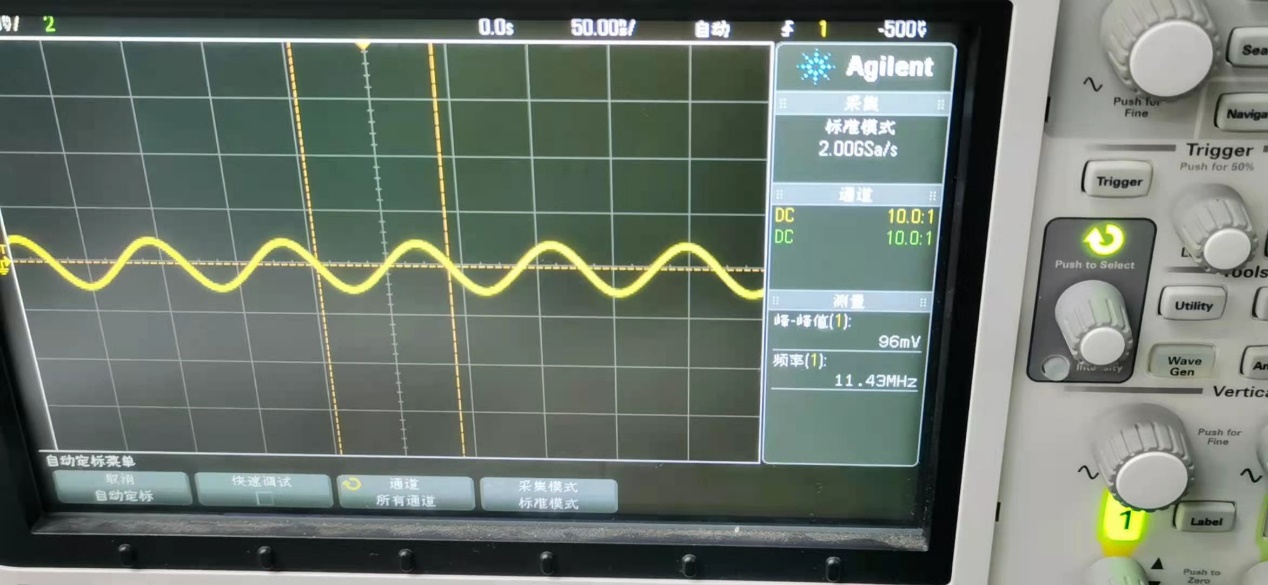
实验条件,，

（1）振荡范围：改变可调电容器测出和。

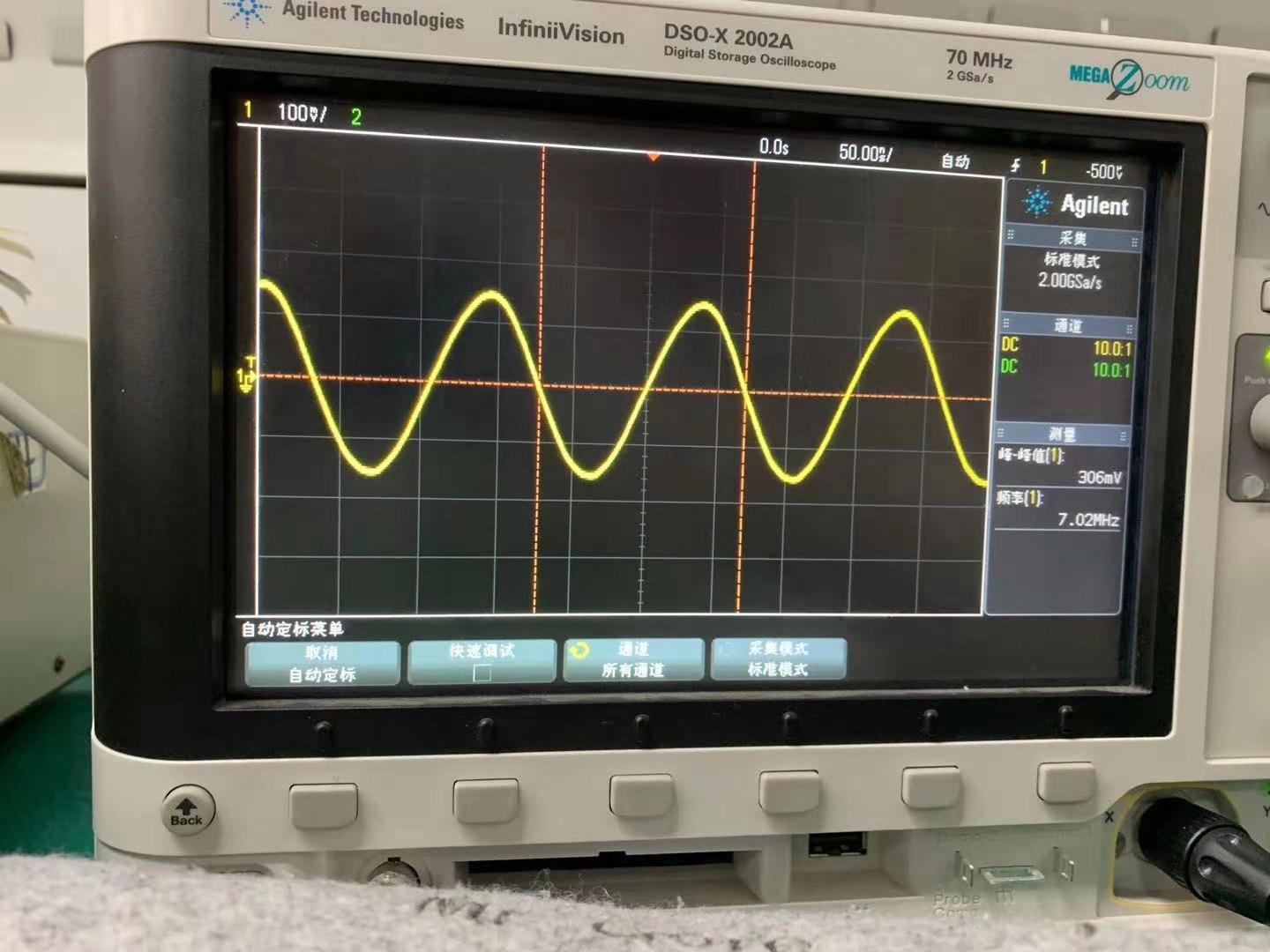
测得

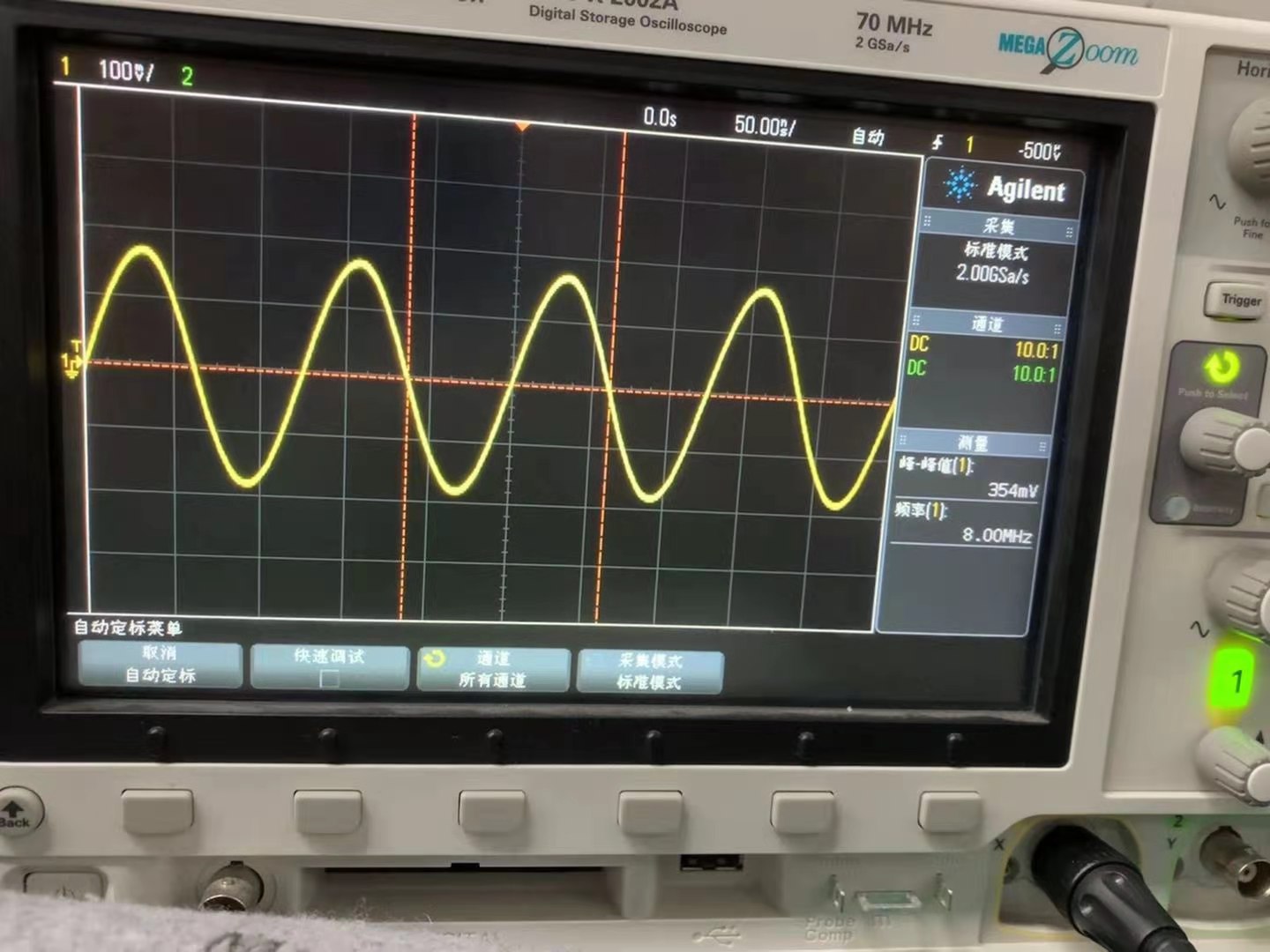
分析：该数据与理论值相符。

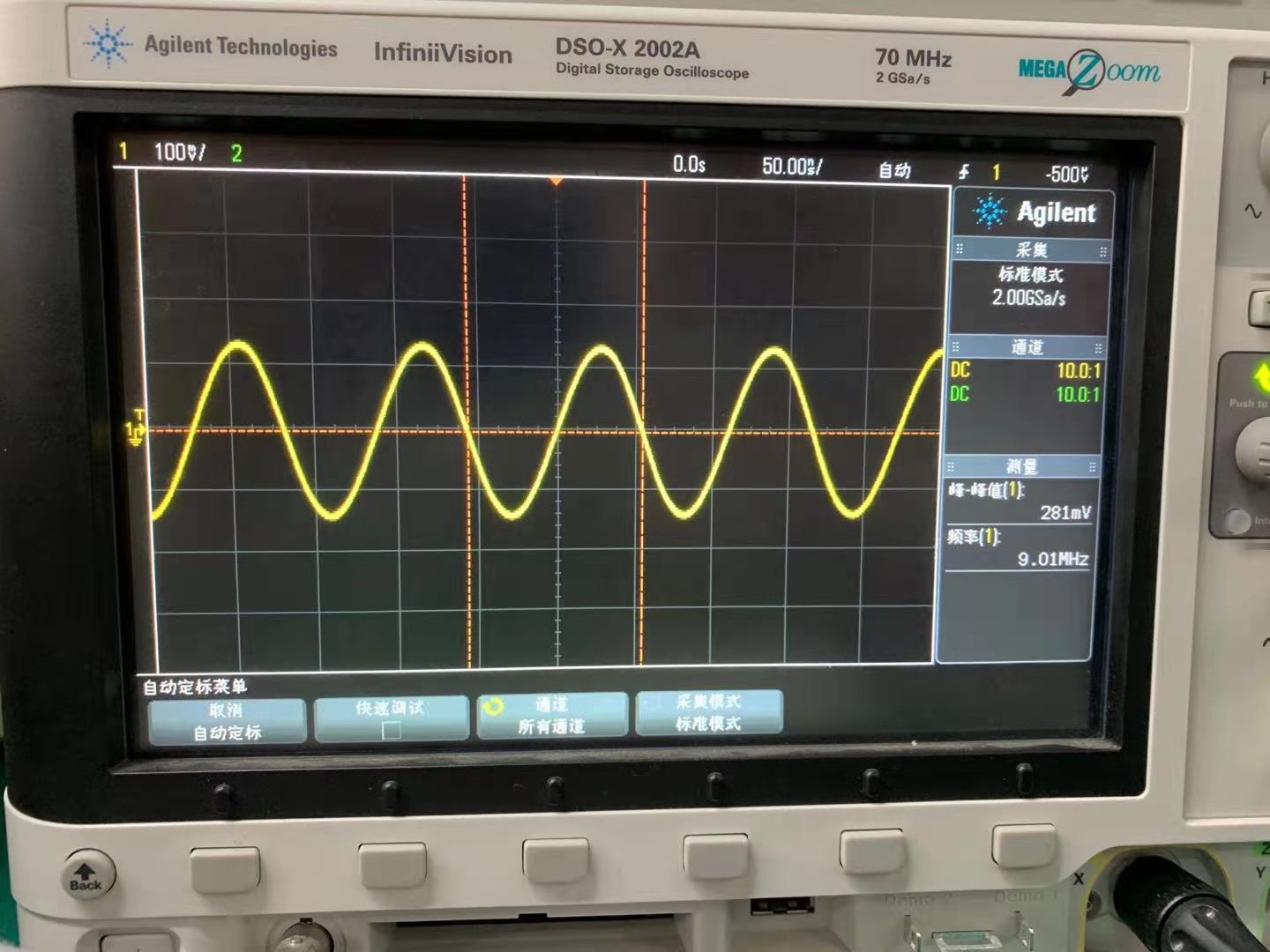


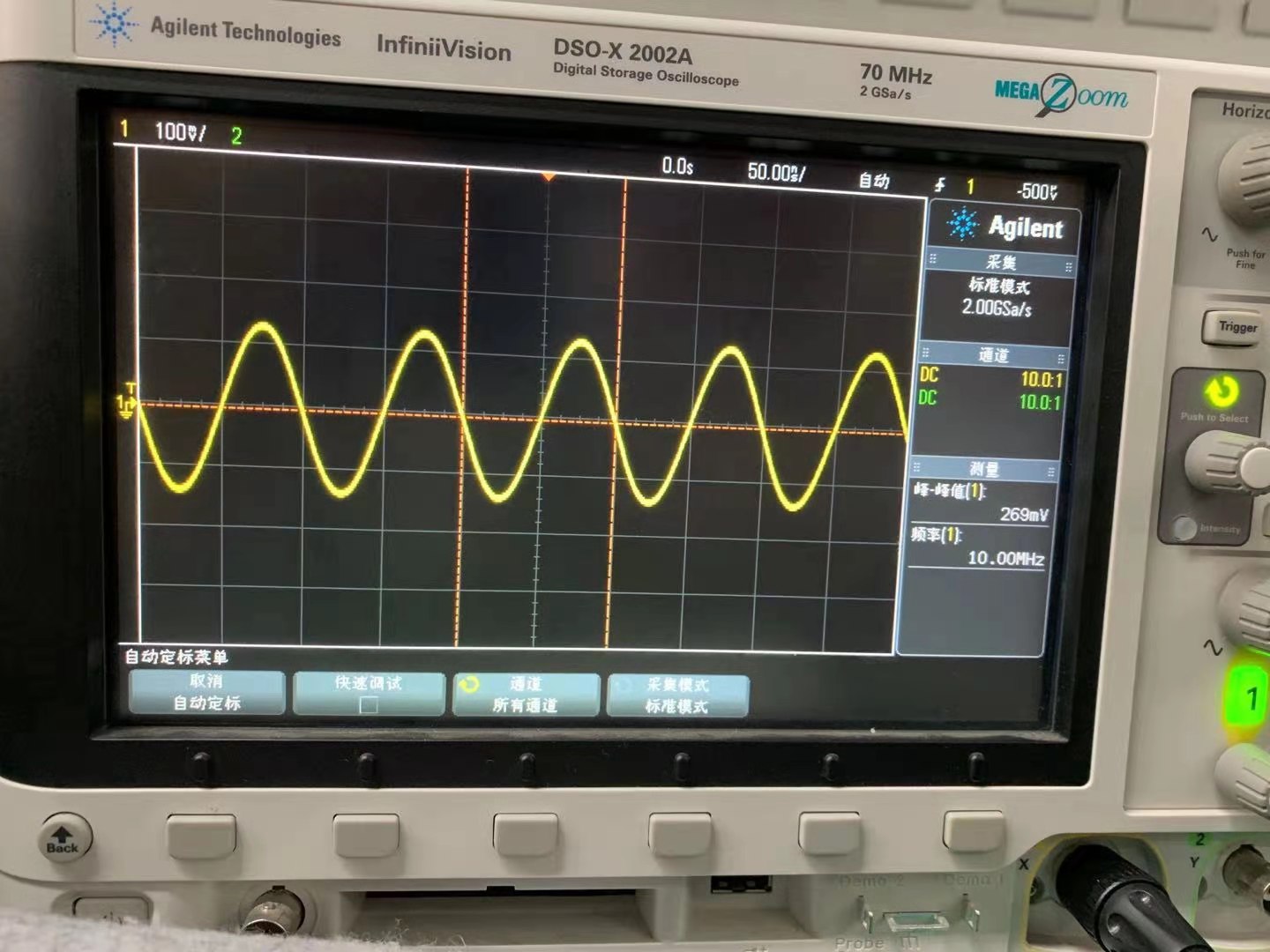


（2）振荡频率与幅度的关系









|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 |
|  | 306 | 354 | 281 | 269 |

分析：由测试数据可知，随着频率的增加，振幅先增加后减小。

（3）测试/不同时，起振点振幅与工作电流的关系

实验条件：，从0.4~5.0mA变化

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 起振点/mA | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 停振点/mA |
|  | 1.77 | \ | \ | \ | \ | \ | 150.0 | 250.0 | 330.0 | 390.0 | 480.0 | 560.0 | 4.7/560 |
|  | 0.47 | \ | 54.0 | 91.0 | 129.0 | 185.0 | 257.0 | 330.0 | 394.0 | 470.0 | 510.0 | 615.0 | 4.8/620 |
|  | \ | \ | 58.0 | 81.0 | 109.0 | 169.0 | 229.0 | 289.0 | 358.0 | 418.0 | 426.0 | 531.0 | 4.8/519 |
|  | 0.50 | \ | 10.9 | 14.1 | 17.7 | 28.0 | 39.0 | 51.0 | 61.0 | 72.0 | 84.0 | 93.0 | 5.0/104 |

结论：

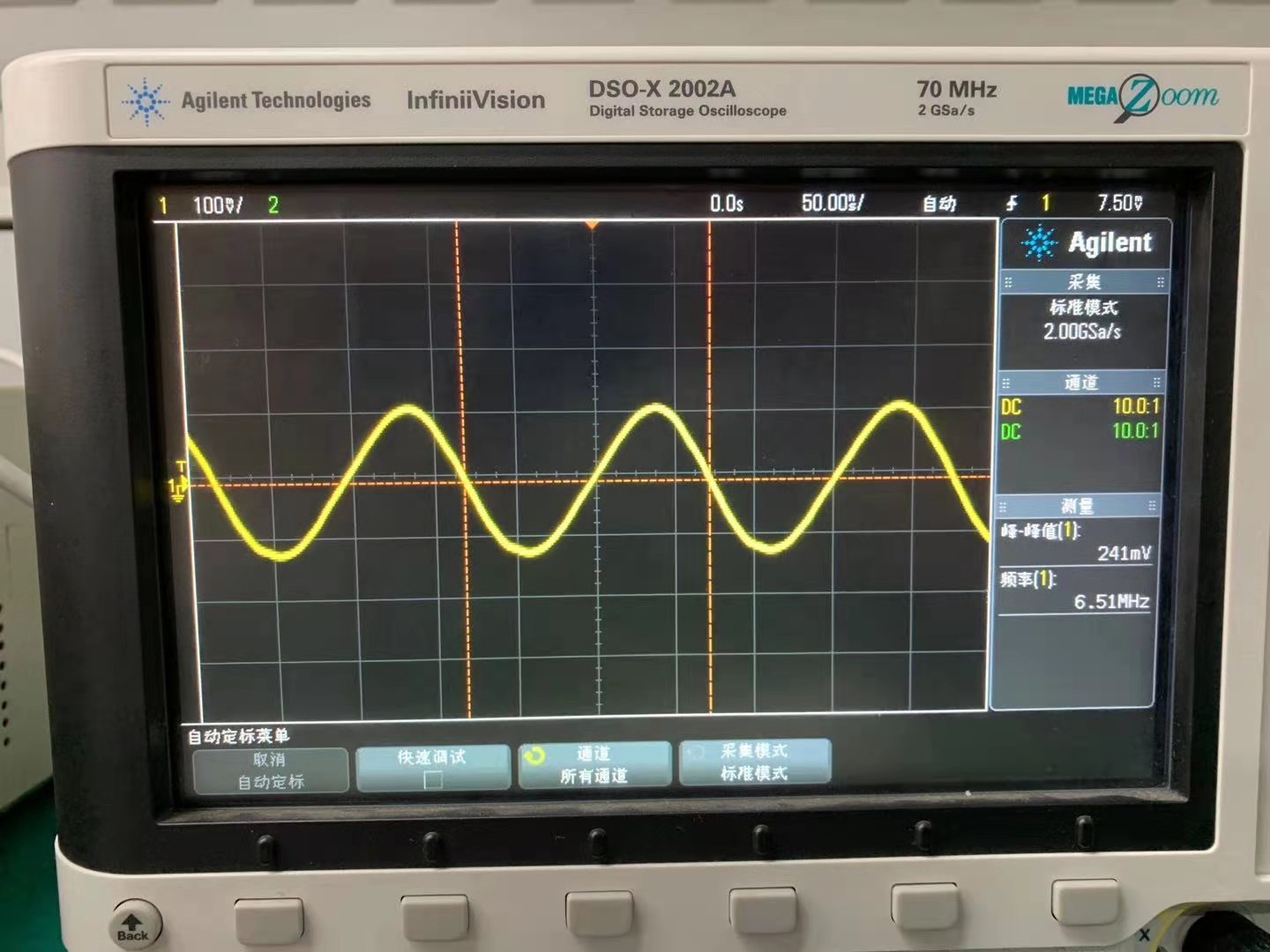
当逐渐增大时，振幅也逐渐增大，起振点随/的增大逐渐减小，当/过小时较难起振。

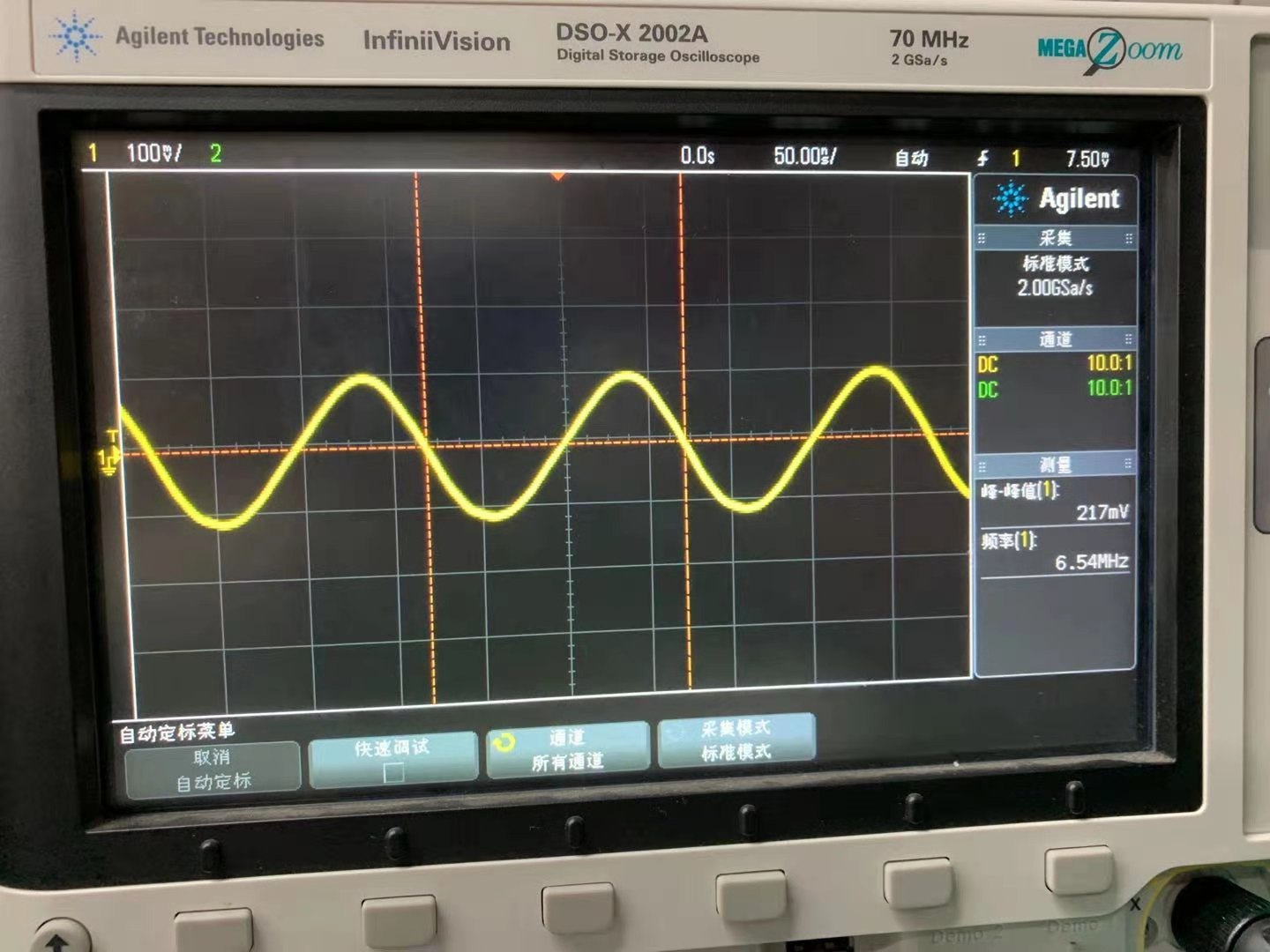
当/不变时，若未出现失真，振荡幅度值随的增大而增大；出现失真之后值随的增大而减小。

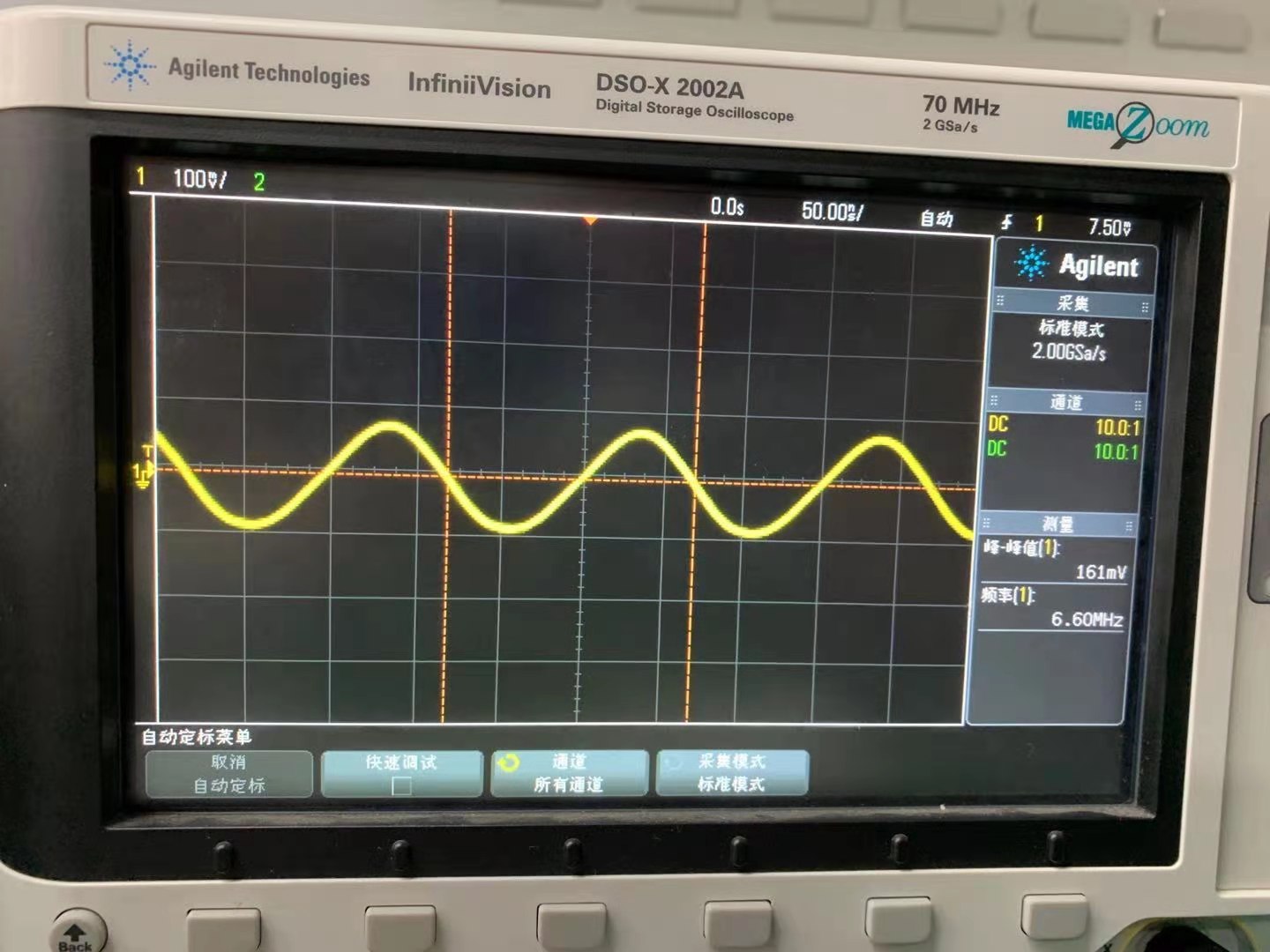
起振点（值）随/增大而减小（反馈系数F=/过小较难起振）。

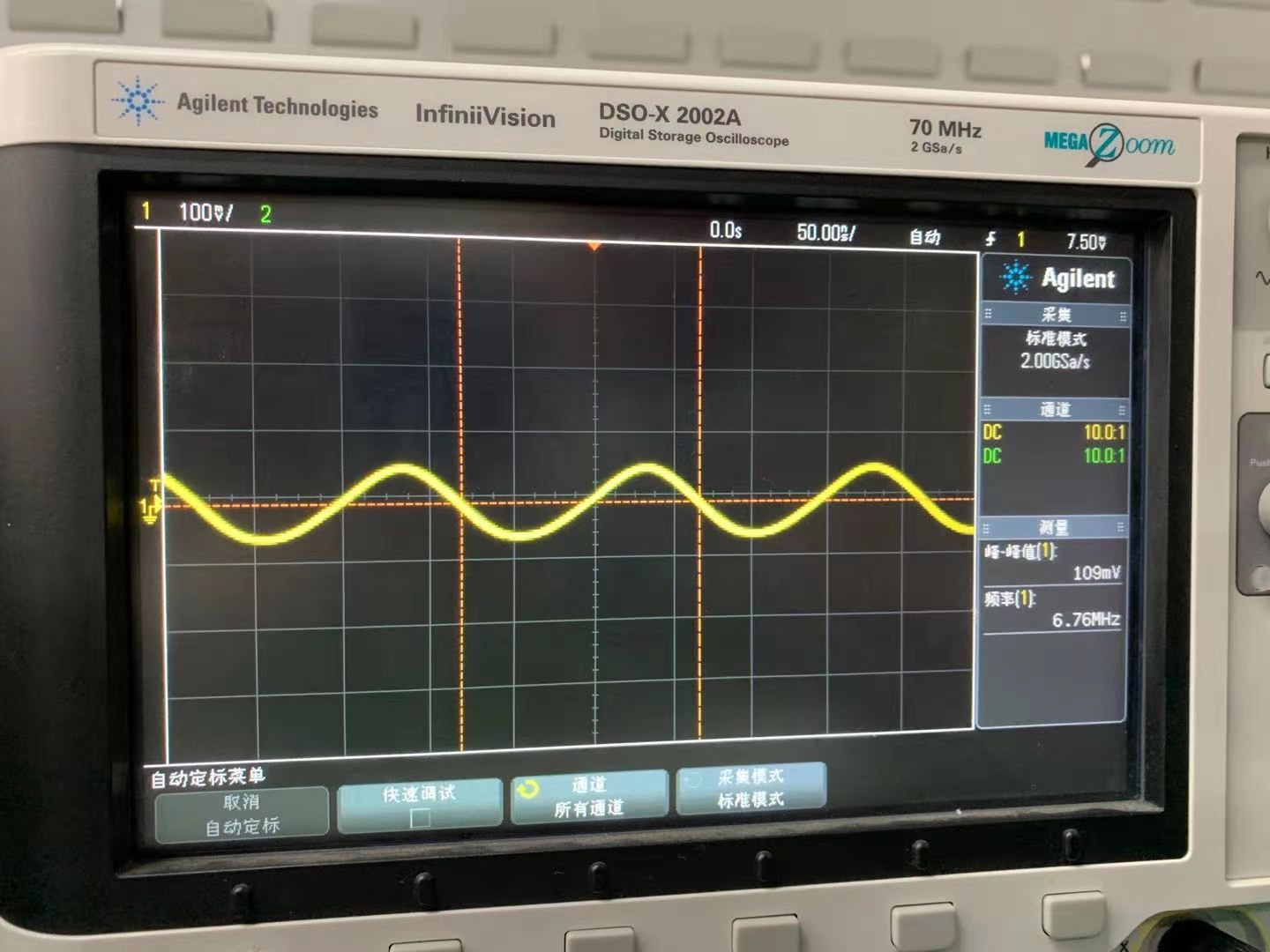
（4）回路LC参数固定时，改变并联电阻使等效Q值变化时，对振荡频率值的影响。

实验条件：/=120pF/680pF，，f=6.5MHz







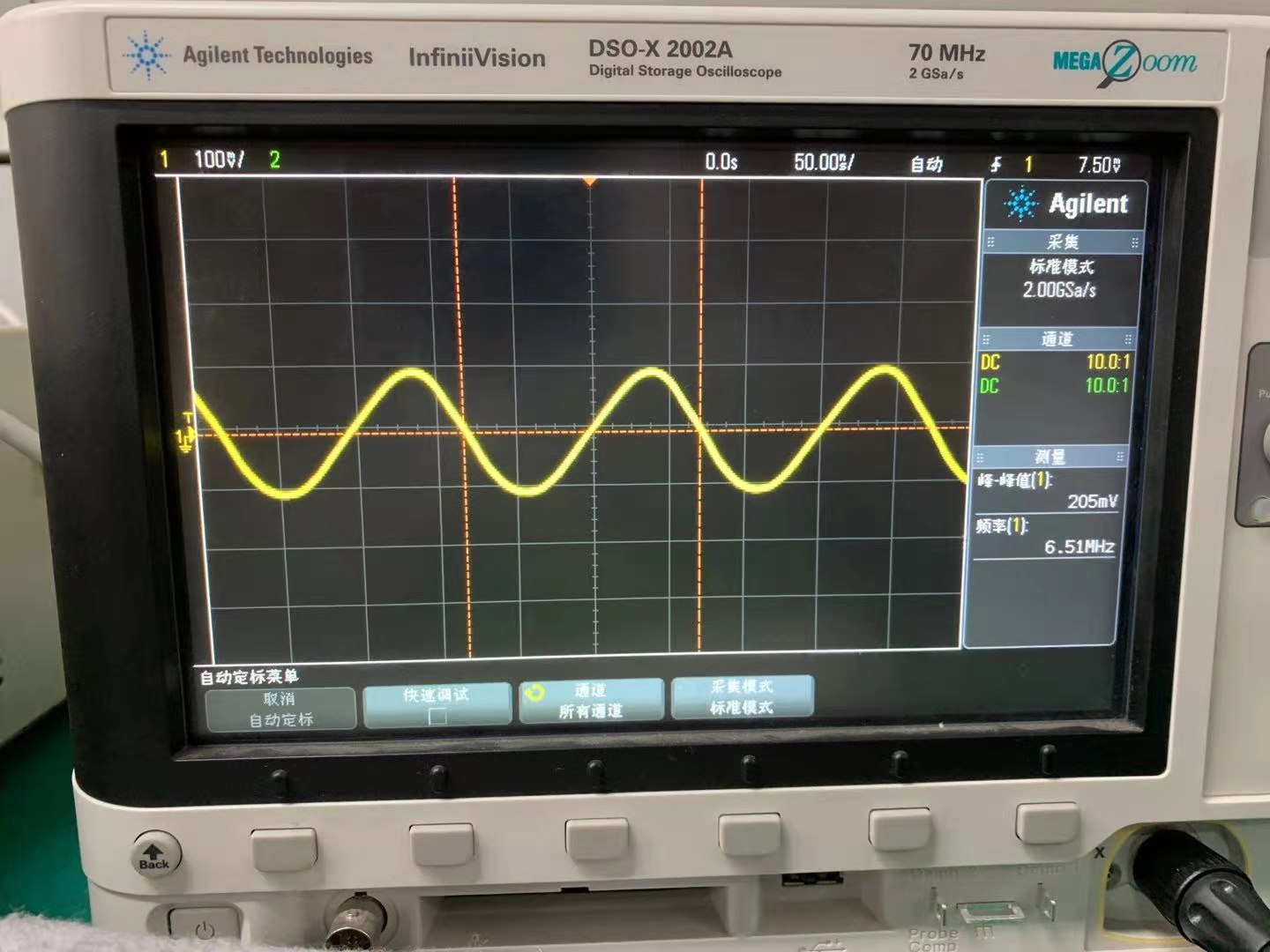


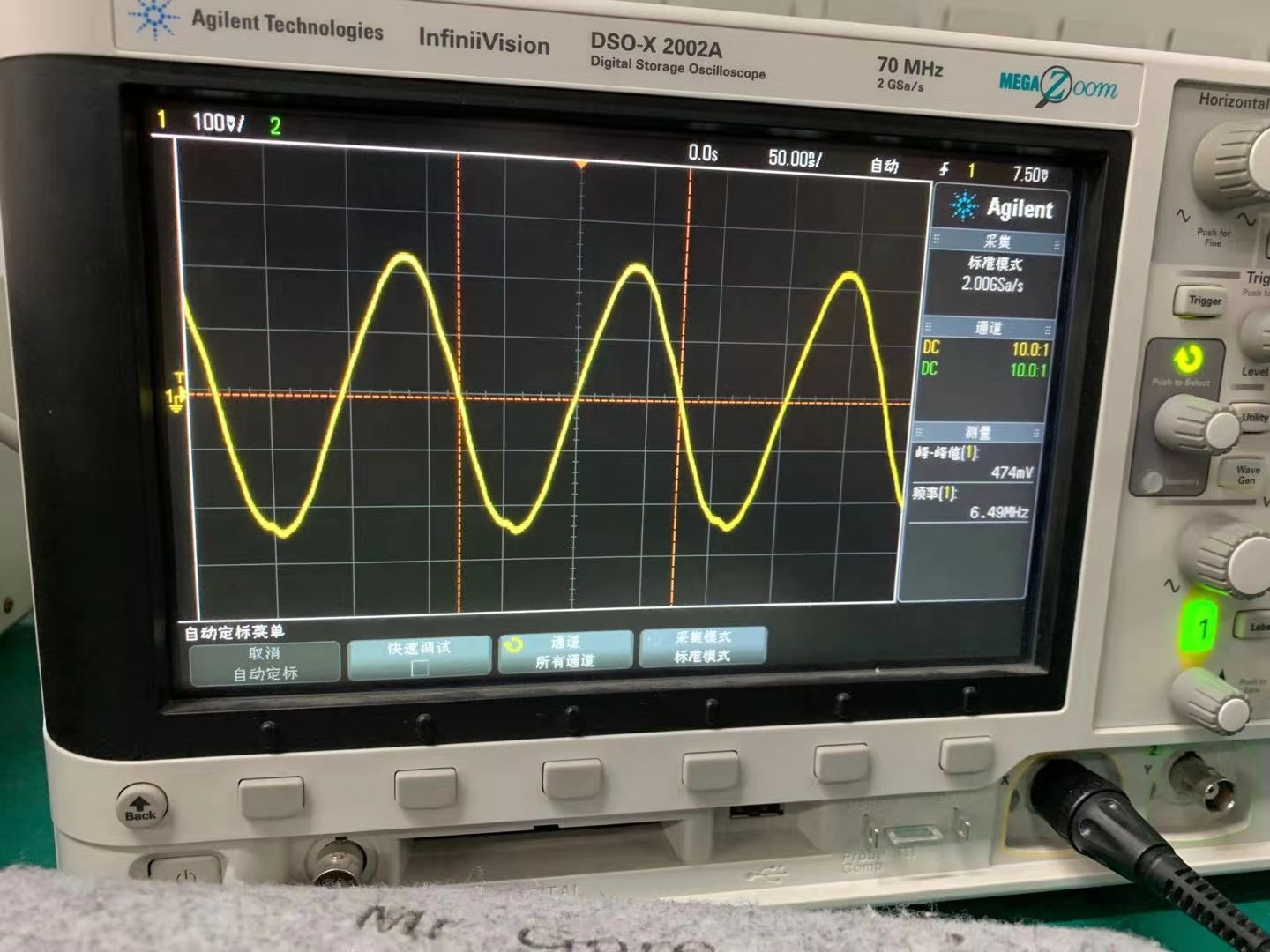
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| / kΩ | 110 | 33 | 10 | 4.7 |
| f/MHz | 6.51 | 6.54 | 6.60 | 6.76 |

结论：在其他条件不变的情况下，即并联电阻减小时，Q值减小，振荡频率升高。

（5）回路LC参数及Q值都不变时，改变晶体管测试振荡频率值

实验条件：=110kΩ，/=120pF/680pF，f=6.5MHz



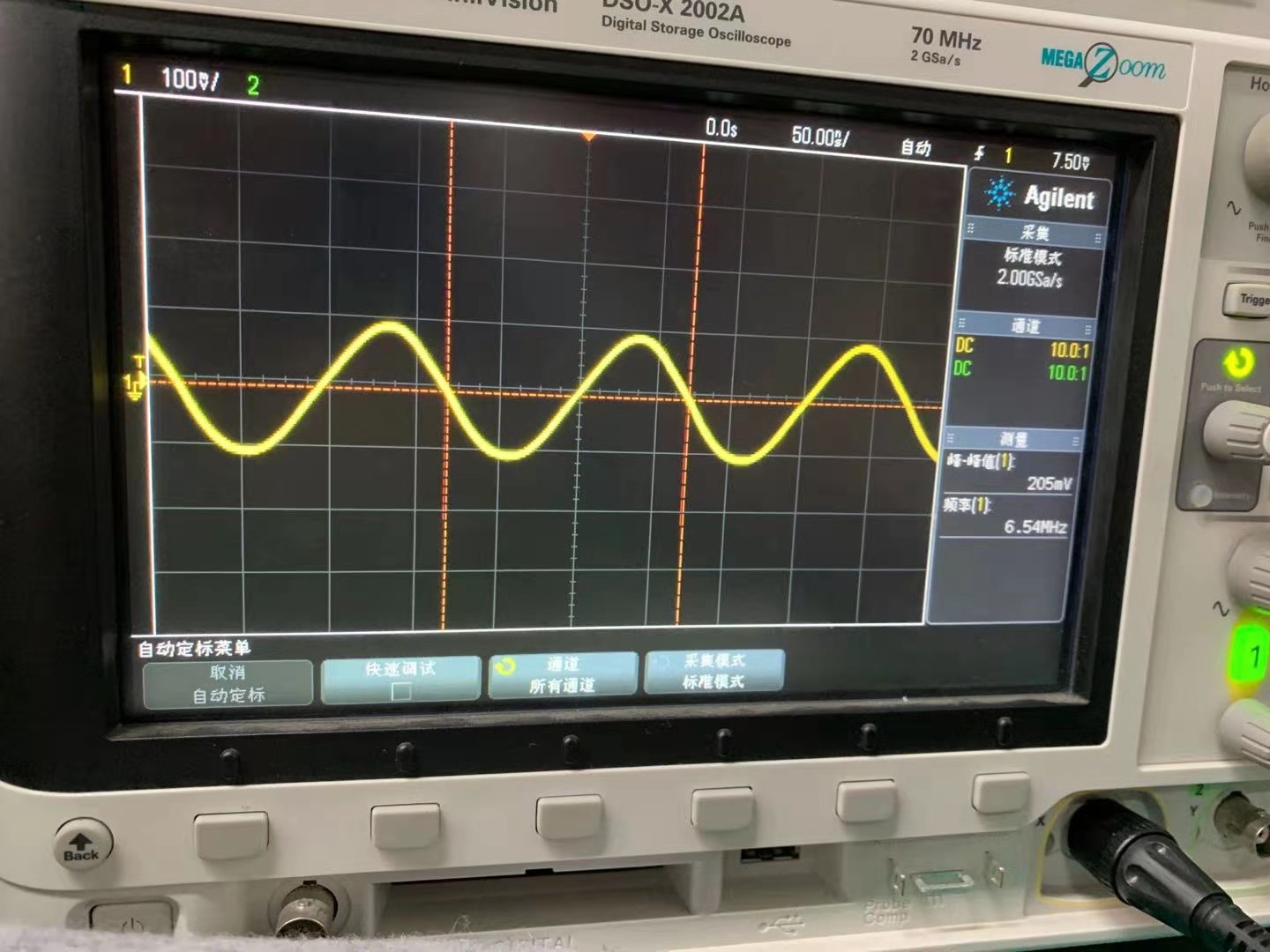


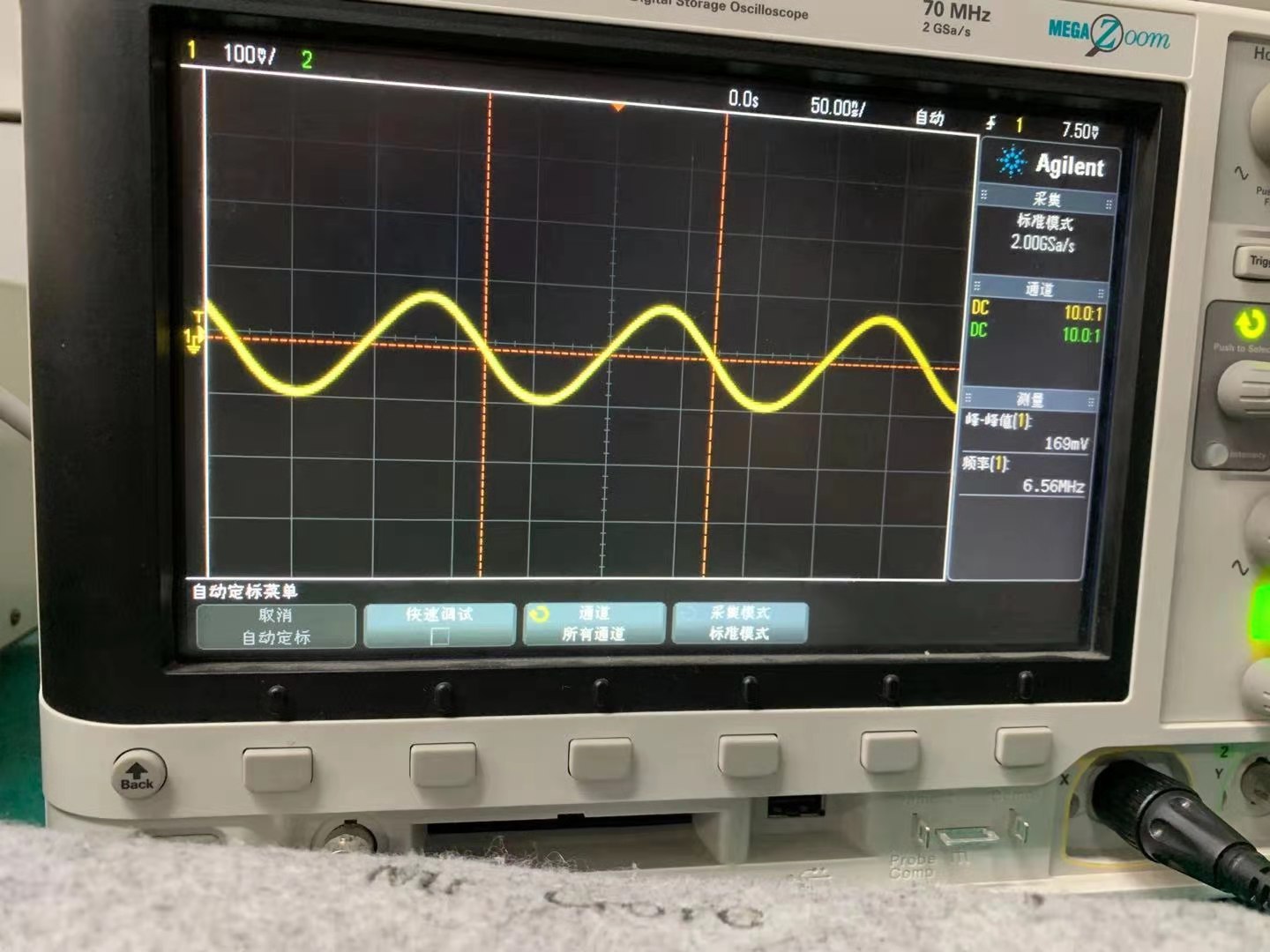
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| f/MHz | 6.58 | 6.54 | 6.51 | 6.49 |

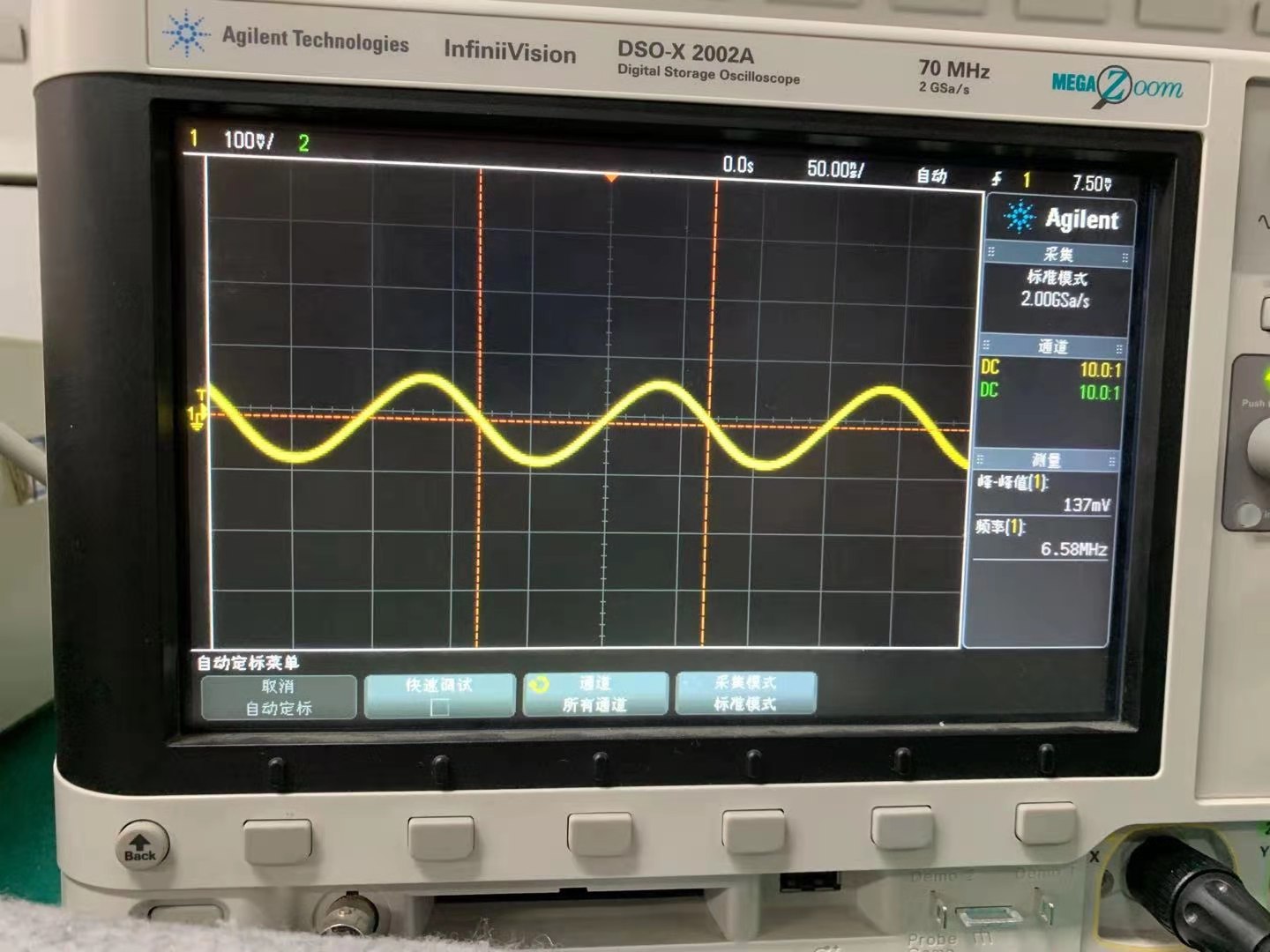
结论：其他条件不变时，随着值增大，振荡频率减小（时f值变小可能是由于失真后波形频率测不准造成的）。

（6）研究电源变化对频率稳定度的影响

实验条件：=110kΩ，，/=120pF/680pF，f=6.5MHz



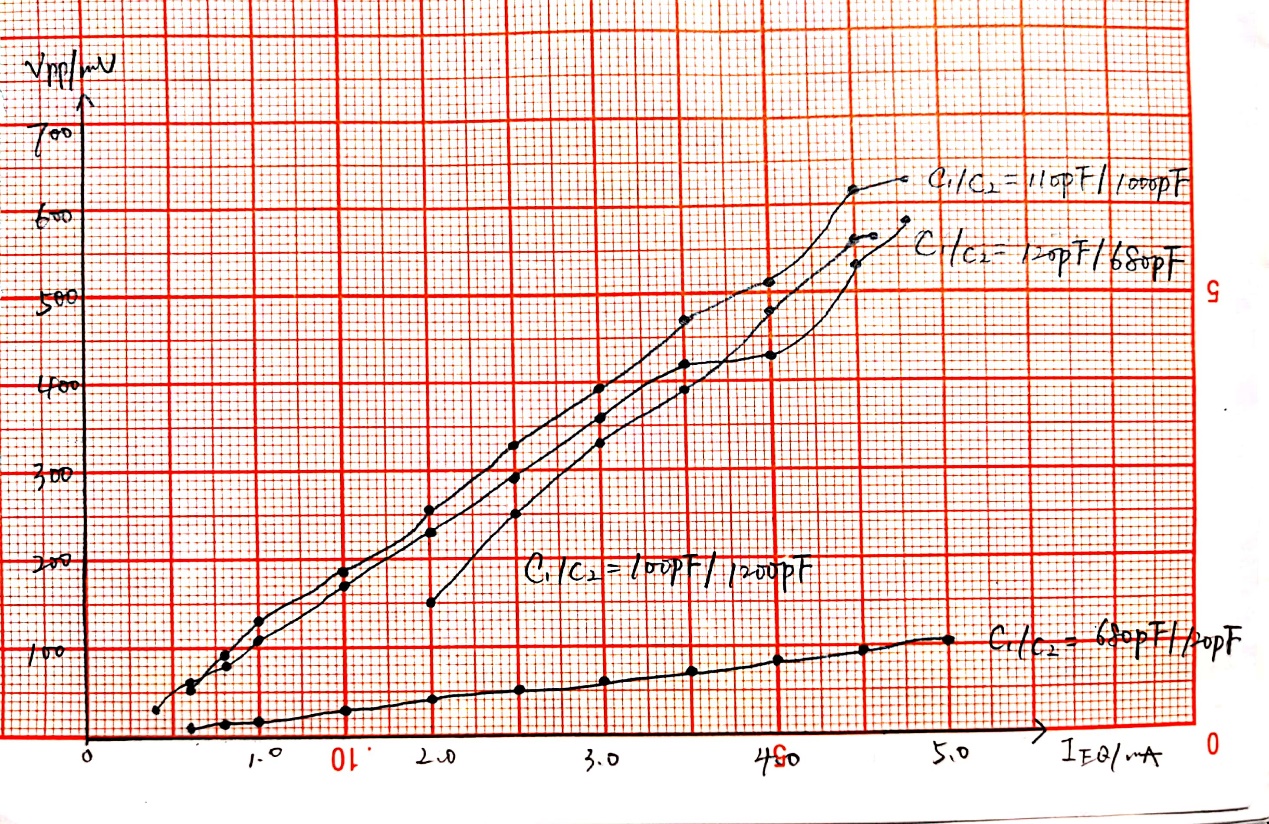




|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 12 | 11 | 10 | 9 |
| f/MHz | 6.50 | 6.53 | 6.56 | 6.58 |

结论：其他条件不变时，随着电源电压减小，振荡频率f会有较小幅度的升高。

1. 绘制/变化时，输出随变化的曲线图



（8）实验方法及实验仪器使用方法总结

实验方法总结：

1. 注重对比与类比，比较不同组实验操作和现象间的区别，理解分析其原理，并从中找到实验中存在的错误。
2. 实验过程中，应先进行理论的推导验证，再进行实物连线和运行，防止烧坏仪器。

实验仪器使用方法总结：

1. 示波器使用时要及时进行复位，以观察到最佳的输出波形。
2. 电源电压需要通过电压表进行精确测量，以减小误差。
3. 连接C2的导线要尽量使用最短的线，防止电阻过大造成影响。
4. 出现问题时应按顺序进行错误排查，并注意保护仪器。
5. 应在连线检查无误后开启电源。

# 七.思考题

**1.为什么反馈太小会造成起振困难，太大会造成振幅减小？**

答：如果反馈太小，回路能量不足以弥补回路内部损耗，振荡无法稳定建立；如果反太大，输入电路与回路耦合过紧，Q值降低，增益减小，振幅减小。

**2.回路Q值不同时，为什么会改变振荡频率，为什么提高振荡回路的Q值，可以提高振荡频率的稳定度？**

答：

提高Q值，可使回路相频特性斜率增大，只需要更小的频率偏移，即可达到稳态，从而提高了系统的振荡频率与稳定性。

**3.为什么晶体管工作电流IEQ的变化会引起振荡频率的变化，采取什么措施能使IEQ比较稳定？**

答：IEQ变化会引起输入输出电阻的变化，从而引起振荡频率的变化，可采用反馈稳定IEQ。

**4.为什么静态（停振）电流与振荡后的工作电流不同？**

答：起振后，随着幅度的增加，动态特性区域扩大，振荡部分进入非线性区，导致电流畸变，形成直流电流增量，使工作点向负偏压方向移动直至稳定状态。

**5.为什么调C改变振荡频率时，输出端 output 的振荡幅度随频率的升高而改变？**

答：调节C使反馈系数变化，根据AF=1，可知A会发生变化，从而振幅发生变化。