

# 目录

<b>1 实验数据</b>	<b>1</b>
1.1 脉冲计数式鉴频器特性参数测试	1
1.2 锁相鉴频器特性参数测试	3
1.3 电容耦合相位鉴频器特性参数测试	5
1.3.1 频谱仪测量	6
1.3.2 示波器测量	7
1.4 乘积型相位鉴频器特性参数测试	8
1.4.1 频谱仪测量	9
1.4.2 示波器测量	10
<b>2 思考题</b>	<b>12</b>

# 1 实验数据

## 1.1 脉冲计数式鉴频器特性参数测试

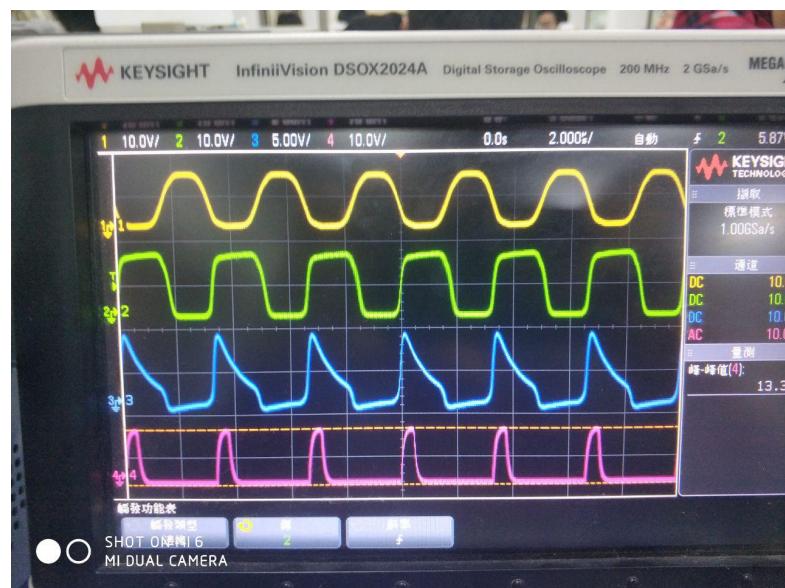
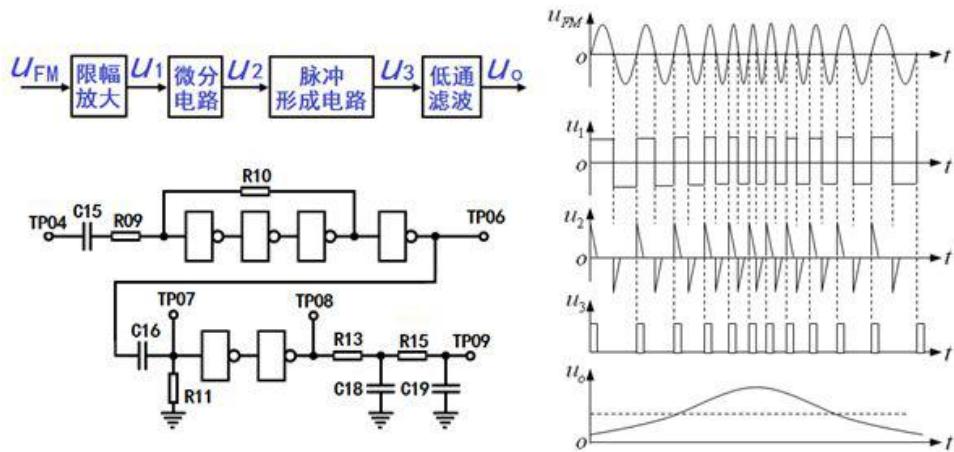


图 1: 无调频, 从上至下分别为 TP05,06,07,08

TP04 正弦 FM, 载波 300kHz, 幅度 100mVpp, 调制频率 1kHz, 频率偏移 75kHz

可见 TP05 为 TP04 失真放大后信号, TP06 对 TP05 反相限幅输出, TP07 为 TP06 微分结果, TP08 将 TP06 整形

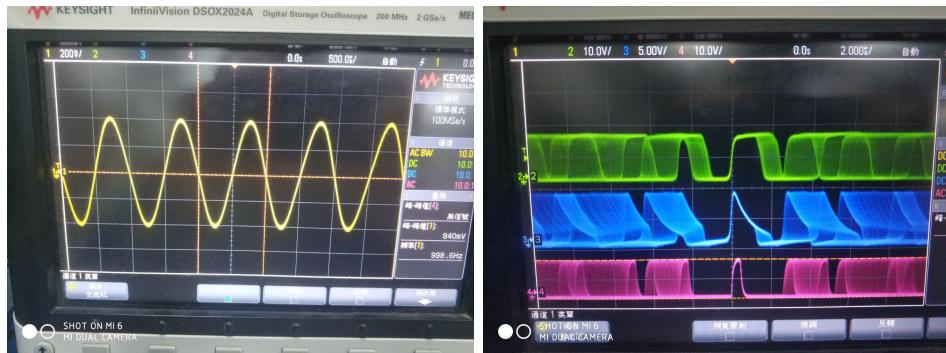


图 2: FM 通道 1

图 3: FM 通道 2,3,4

如图可见, 调频现象明显, 且经鉴频器后输出波形为标准的正弦波

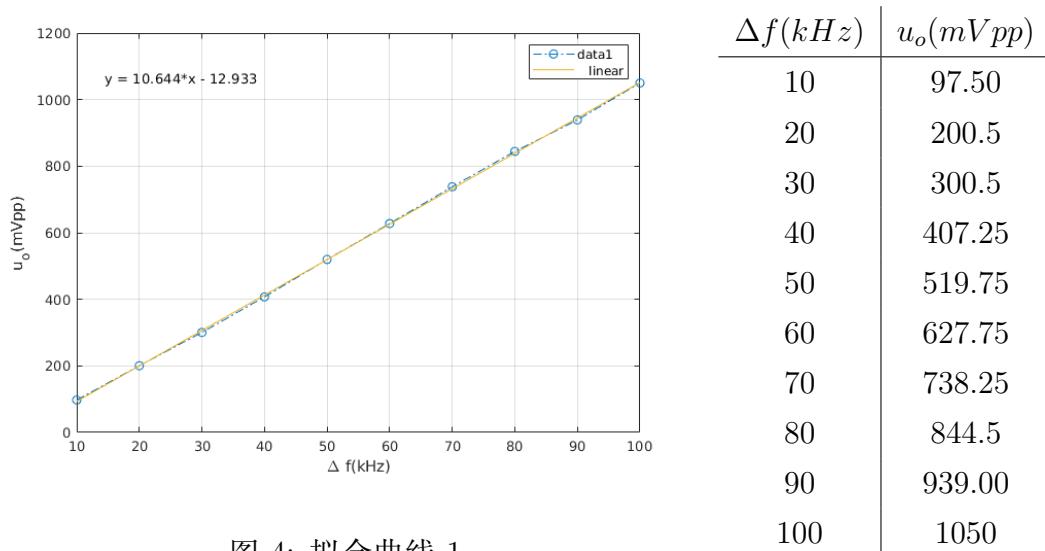


图 4: 拟合曲线 1

$u_o$  与  $\Delta f$  线性良好, 说明该脉冲计数鉴频器性能良好

$$S_d = 10.644 mVpp/kHz$$

## 1.2 锁相鉴频器特性参数测试

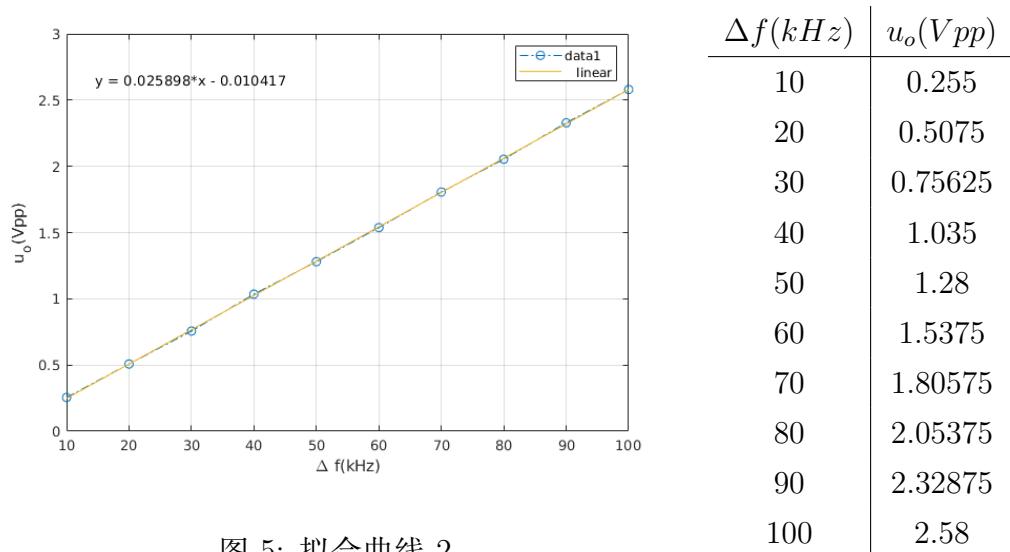
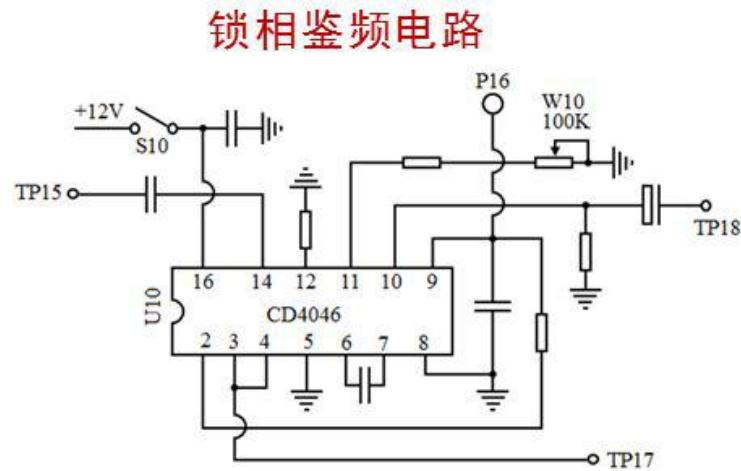


图 5: 拟合曲线 2

由拟合曲线, 可见  $u_o$  与  $\Delta f$  线性良好, 说明该锁相鉴频器性能良好

$$S_d = 25.898mVpp/kHz$$



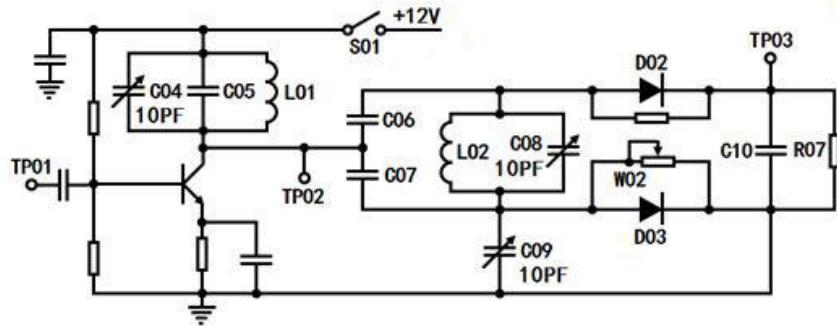
图 6:  $TP15(U_{FM})$

图 7:  $TP18(U_o)$

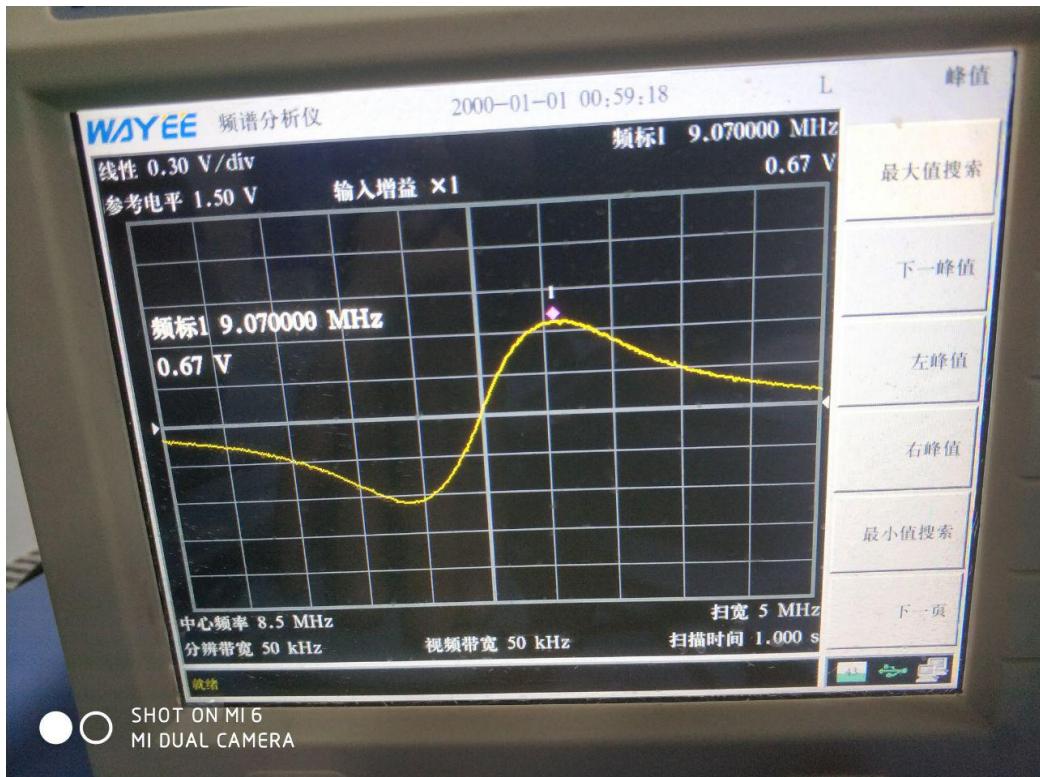
由上图, 输入为频率偏移较大的调频信号,  $u_{FM} = 1.0325Vpp$ ,  $u_o = 2.58Vpp$ ,  $f = 1kHz$

### 1.3 电容耦合相位鉴频器特性参数测试

#### 平衡叠加型电容耦合相位鉴频器



### 1.3.1 频谱仪测量



$$\begin{aligned}f_{max} &= 9.05 \text{ MHz} & f_{min} &= 7.93 \text{ MHz} \\+\Delta f_{max} &= 0.55 \text{ MHz} & -\Delta f_{max} &= -0.57 \text{ MHz} \\2\Delta f_{max} &= 1.12 \text{ MHz}\end{aligned}$$

### 1.3.2 示波器测量

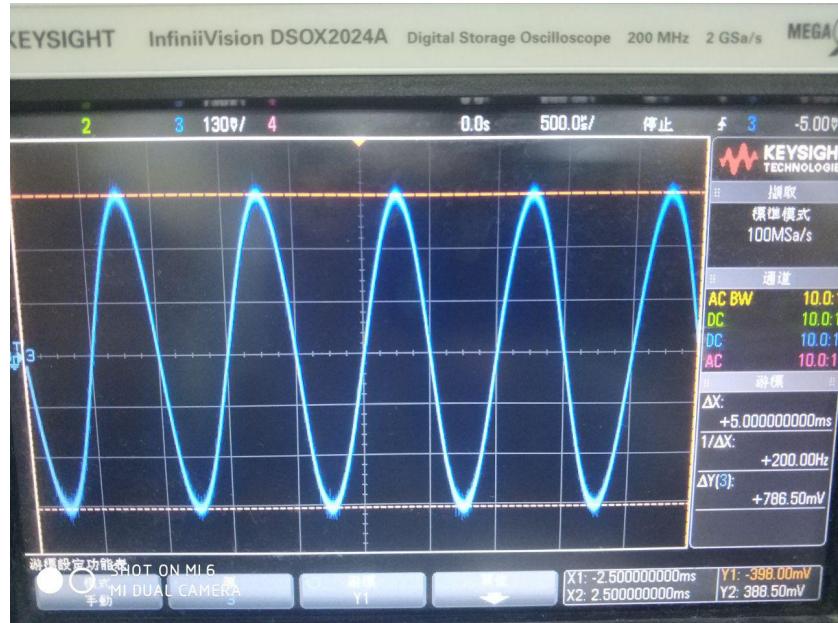


图 8: 平衡点,  $u_o = 786.5\text{mVpp}$

由上图, 该鉴频器输出波形为标准的正弦波

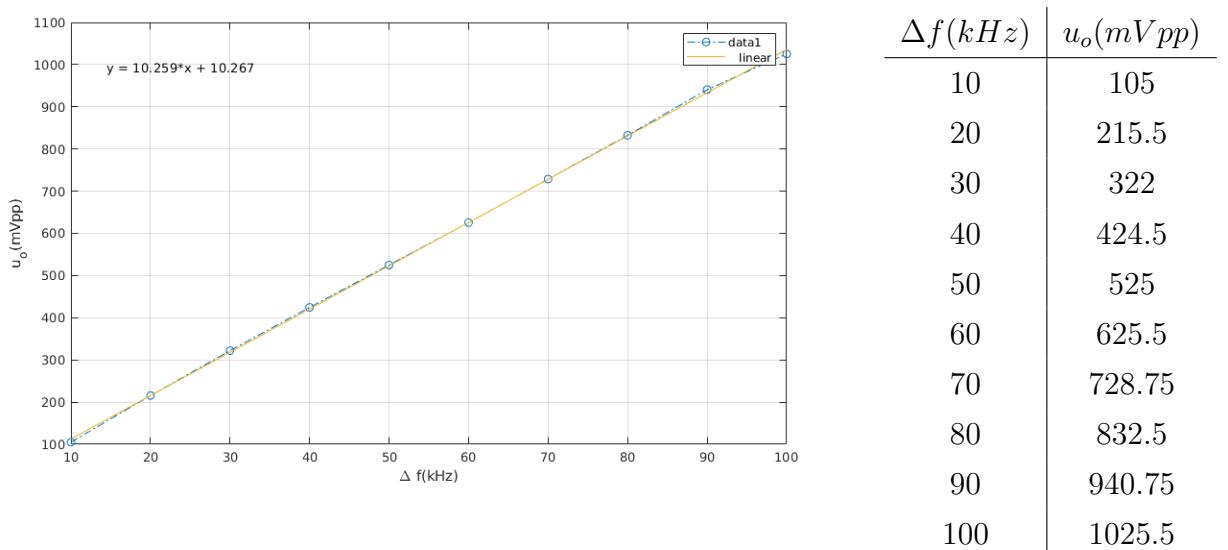


图 9: 拟合曲线 3

由于该鉴频器在很大的范围内均保持良好的线性, 可用于鉴频

$$S_d = 10.644 \text{mVpp/kHz}$$

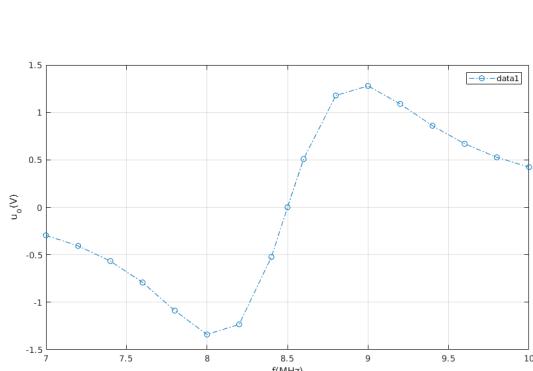


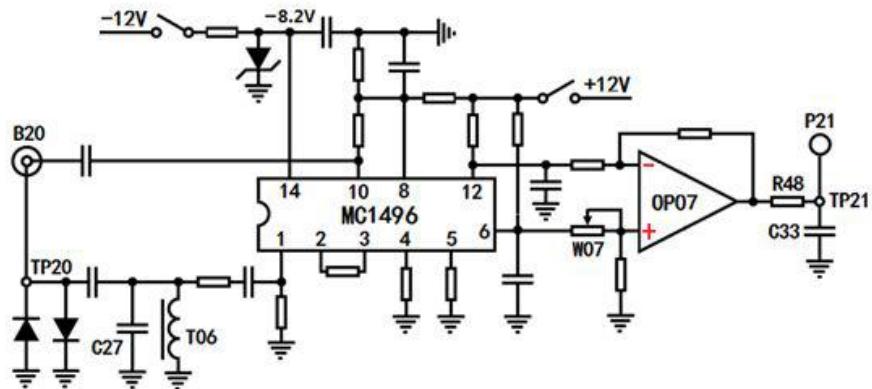
图 10: 拟合曲线 4

$f(\text{MHz})$	$u_o(\text{V})$	$f(\text{MHz})$	$u_o(\text{V})$
7.0	-0.295	8.6	0.50918
7.2	-0.40622	8.8	1.17833
7.4	-0.56626	9.0	1.27921
7.6	-0.79128	9.2	1.0892
7.8	-1.08823	9.4	0.85986
8.0	-1.3397	9.6	0.66932
8.2	-1.2328	9.8	0.52711
8.4	-0.52251	10.0	0.42352
8.5	0.521mV		

可见该曲线与频谱仪测得曲线十分相似, 说明两种方法均可行

#### 1.4 乘积型相位鉴频器特性参数测试

### 乘积型模拟乘法器鉴频



### 1.4.1 频谱仪测量



$$+\Delta f_{max} = 192kHz \quad -\Delta f_{max} = - - 210kHz$$

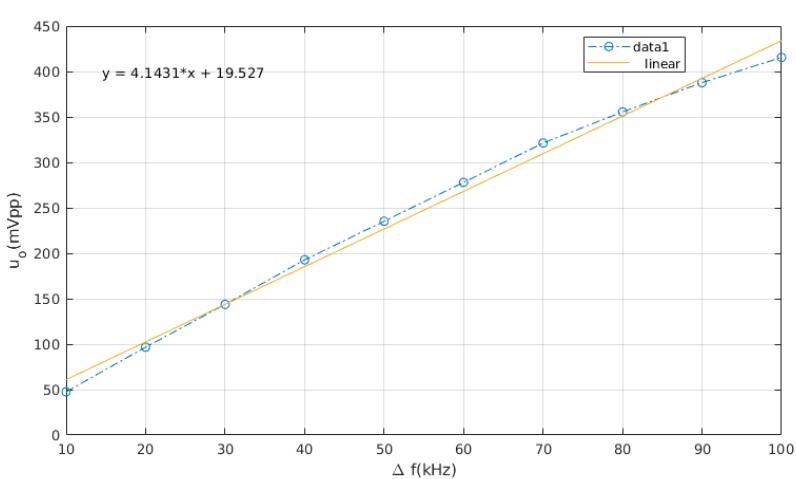
$$2\Delta f_{max} = 402Hz$$

### 1.4.2 示波器测量



图 11: 平衡点,  $u_o = 347mVpp$

由上图, 该鉴频器输出波形为标准的正弦波



$\Delta f(kHz)$	$u_o(mVpp)$
10	47.5
20	96.75
30	143.75
40	193.75
50	235.5
60	278
70	321.25
80	355.5
90	387.75
100	415.5

图 12: 拟合曲线 5

该曲线明显呈线性, 但线性度不如其他曲线好, 说明这种乘积型鉴频器

性能可能弱于其他类型鉴频器

$$S_d = 4.1431 mVpp/kHz$$

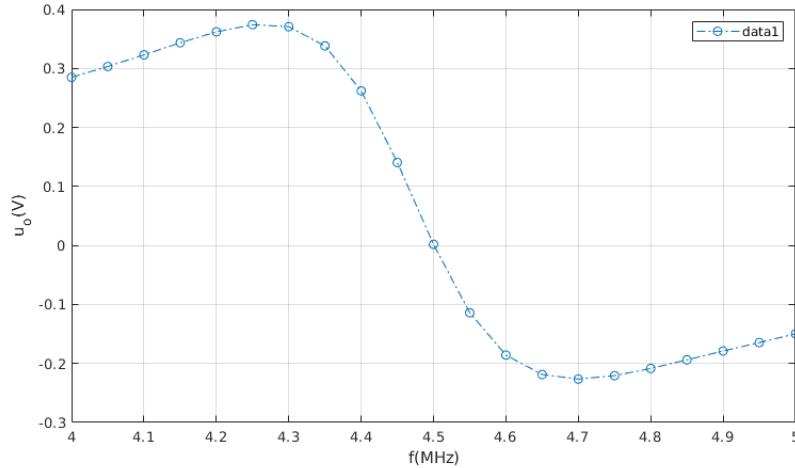


图 13: 拟合曲线 6

$f(MHz)$	$u_o(V)$	$f(MHz)$	$u_o(V)$
4.00	0.28492	4.55	-0.114046
4.05	0.30328	4.60	-0.18582
4.10	0.32302	4.65	-0.21868
4.15	0.34339	4.70	-0.22642
4.20	0.36204	4.75	-0.22057
4.25	0.37410	4.80	-0.20840
4.30	0.37077	4.85	-0.19383
4.35	0.33817	4.90	-0.17887
4.40	0.26208	4.95	-0.16465
4.45	0.14058	5.00	-0.14961
4.50	1.898mV		

该曲线与频谱仪测得曲线很相近, 且与理论曲线规律一致。中心点之外出现了较大的不对称性。考虑到实验过程中频谱仪与示波器法测量时需重新调参, 可能是频谱仪的接入电容对曲线有了一定影响

## 2 思考题

1. 对鉴频器的性能指标要求有哪些
  - (a) 鉴频特性曲线, 指鉴频器输出电压  $u_o(t)$  与输入 FM 信号  $f$  或频偏  $\Delta f(t)$  之间的关系曲线
  - (b) 鉴频中心频率, 指鉴频特性曲线原点处的频率
  - (c) 灵敏度, 中心频率附近单位频偏所引起的输出电压的变化量
  - (d) 鉴频线性范围, 鉴频特性曲线接近于直线段的频率范围
2. 分析鉴频器输出波形出现失真的原因, 实验中应如何保证鉴频输出不失真

由于鉴频器元件为非线性元件, 当频率范围过大超过线性区后便会出现明显的失真。为了令鉴频输出不失真, 应