

GM3101 生产调试指南

说明：本文提供基于GM3101 芯片开发倒车雷达整机产品的调试方法和相关注意事项。

一、电源部分

倒车雷达系统电源部分包括12VDC 和5VDC 两种电源。

1. 1 12VDC 电源

12VDC 电源由汽车上的电源提供，它给中周提供电源。中周电源范围为（8~15V），如果中周的电源过低，探头的灵敏度会下降。探测到障碍物的距离减小。考虑到汽车上电磁干扰很强，需要对电源部分做特殊的处理。在电源的输入端加上扼流圈（电感量为2mH~20mH）以防止汽车电源交流突变带来的干扰。12VDC 电源输入电路如图1 所示。

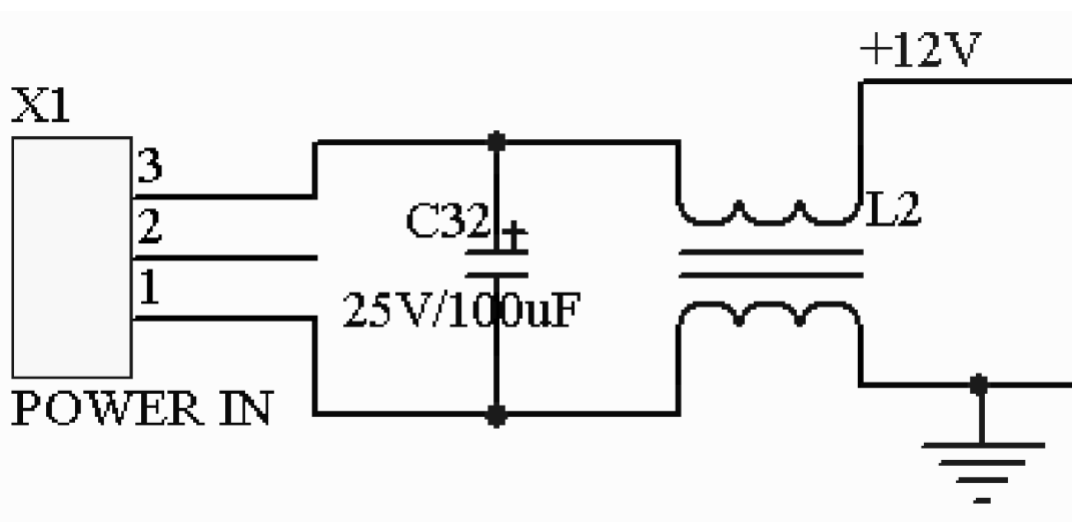


图1 12VDC 电源输入电路

图1 中，X1 接的是汽车上的电源，C32 为滤波电容，L2 为10mH 的扼流圈，它们的作用都是为了抑制交流杂波进入12V 电源，保证12V 电源的纯净。

当中周工作时，会对12V 的电源产生干扰，从而影响到芯片的正常工作，为了避免这种干扰，如图2 所示在每个中周的电源输入端加一个大电容将交流毛刺滤掉。

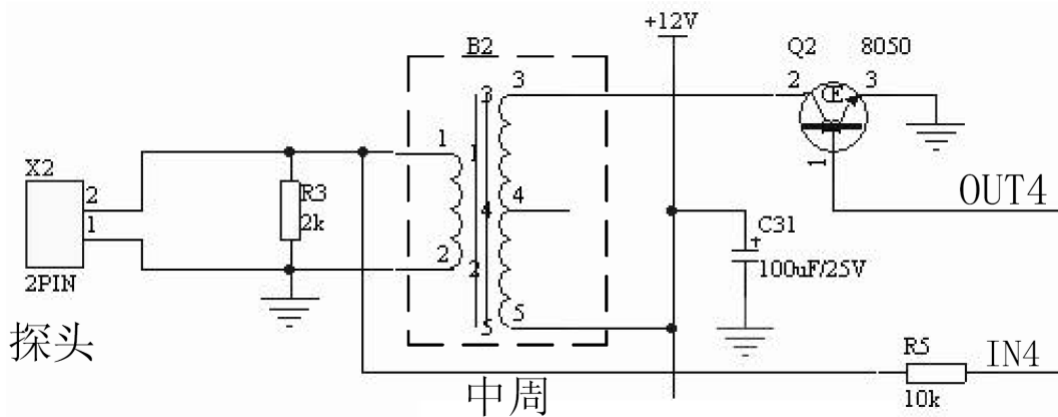


图2 通道4 中周和探头的电气连接图

1.2 5VDC 电源

5VDC 为GM3101 的工作电压(GM3101 可以正常工作在+4.5V ~+5.5V)。5V 电源由12V 电源经过RC 滤波和一个线性稳压器(如7805 或LM1117)变换产生。GM3101 要求5V 的模拟电源纹波小于100mV, 所以要求在电源部分做适当的处理。可以采用LC 型滤波电路, 如图3 所示

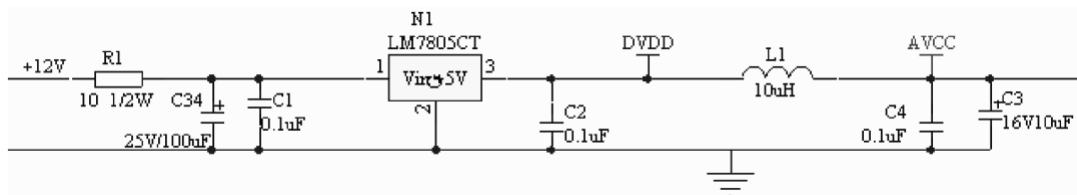


图3 5VDC 电源输入电路

图3 中5V 电源包括模拟电源 (AVCC) 和数字电源 (DVDD), 此电源供芯片工作, 所以要求电源的交流纹波小。芯片内部电源分模拟电源 (第5 脚AVCC) 和数字电源 (第26 脚DVDD), 为了避免数字电源对模拟电源造成干扰, PCB 设计过程中, 模拟电源最好远离数字电源。如图4 所示。

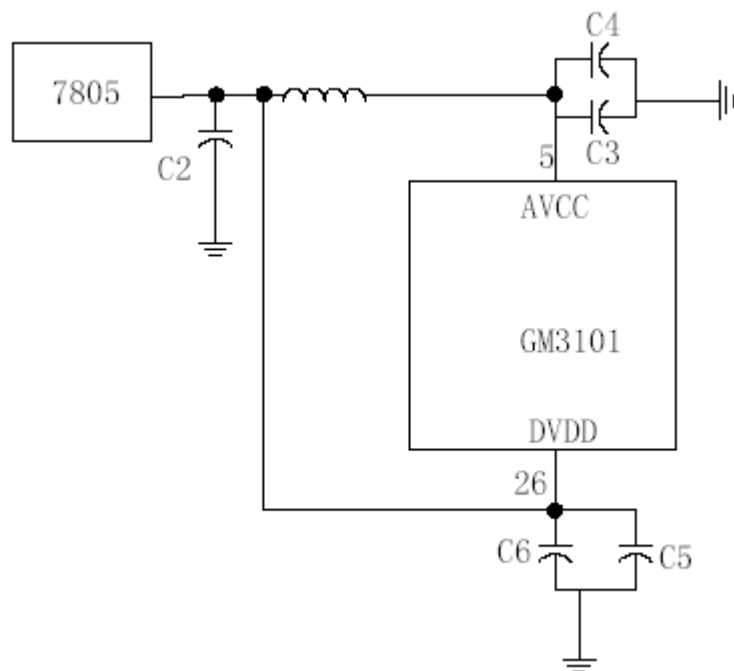


图4 PCB 板上5VDC 电气走线示意图

如图4 所示，12V 电源经过7805 转换成5V 电源后进行LC— 型滤波，芯片的5 脚为模拟电源输入端 (AVCC) ,C3 ,C4 电容尽量靠近5 脚端口 ,C3 ,C4 一个采用大电容(10uF)，滤低频交流，一个采用小电容 (0.1uF)，滤高频交流。同理，芯片的26 脚为数字电源输入端 (DVDD) C5 ,C6 电容尽量靠近26 脚端口。PCB 走线请参见我们提供的PCB 板。

二、探头和中周

探头和中周构成一个LC 振荡电路，探头的主要参数为：谐振频率 $40 \pm 1k$ ，工作电压为110V~150V，静电容为 $2000 \pm 10\%PF$ 。中周的主要参数为：匝数比 $n1:n2 = 1:12$ 电感量为 $7.8 \pm 0.2mH$ 。电气连接图参见图2 中周和探头的连接图。

在调试过程中如果在F3 端口发现信号通道噪声满摆，可能是探头和中周不匹配，通过调节中周的电感量可以实现匹配，中周的电感量典型值为7.8mH。中周的电感量和探头的静电容满足公式：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{其中 } f=40kHz$$

另一种可能是探头的信号线和地线接反。

这部分的调试步骤：

- 1、观测任意一个OUT 端波形，如果有16 个激励方波信号输出，则表示芯片已经开始工作。
- 2、在检查检测OUT 端信号的同时观察相对应IN 端的波形，如果观察到幅度稍小的激励信号（因为信号在输入到IN 端之前被限幅），表示中周开始工作。此时用手触摸探头，若能感觉到有振动，或把探头放在耳边，有轻微的“ 啪啪 ” 声，表明探头开始工作。IN 端的波形图如图5 所示。

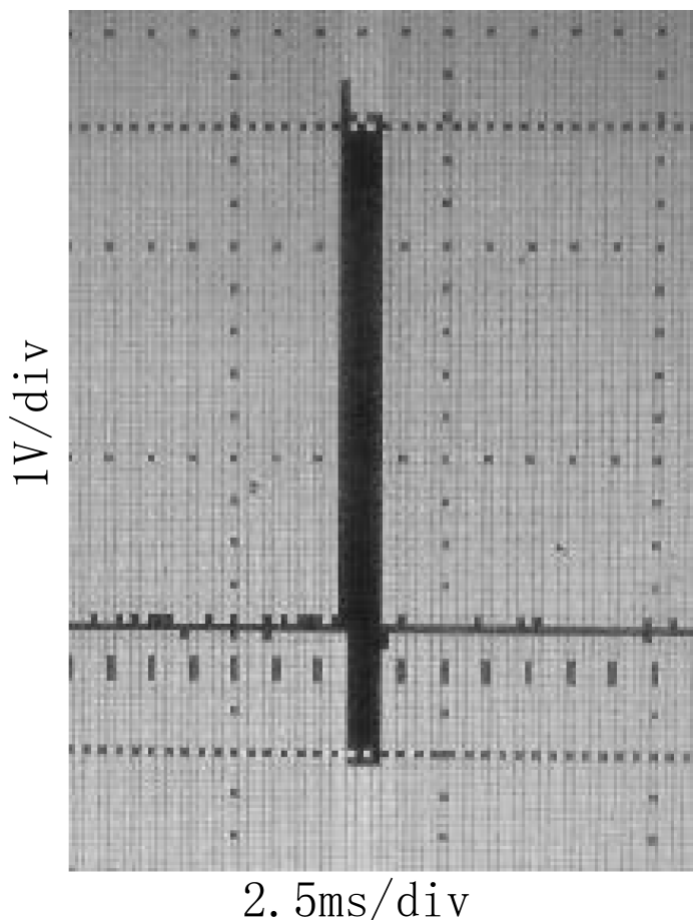


图5 IN 波形图

图5 所示的为IN 端的波形图，方波的高电平为2.36V，低电平为0.6V。探头工作中，由于有余振的影响，在IN 端采到的脉冲信号会超过16 个。在设计中必须要消除这些脉冲信号，否则就会造成系统的误报，报警一直输出“ 停车”。关于如何消除余振的方法在后面会提到。

注意：探头和中周的匹配性非常重要，并且在一定程度上影响调试和整机性能。

三、模拟电路的调试

模拟电路的调试是整个系统的关键，它包括几个部分：第一级放大，可调增益放大，滤波器和比较器。系统框图如图6 所示：

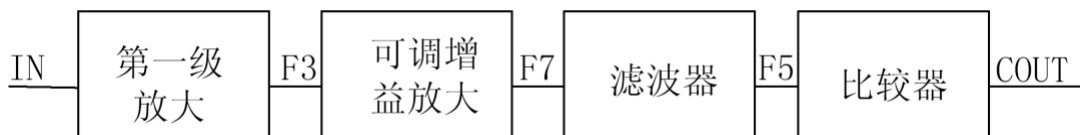


图6 模拟电路系统框图

模拟电路调试方法：在调试时，建议接第二或第三探头，不要接第一或第四探头，因为第一和第四探头有自适应功能，长时间探头距离固定，就不再输出该探头的探测信息。

This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>

3.1 第一级放大

第一级放大的电路图如图7 所示：

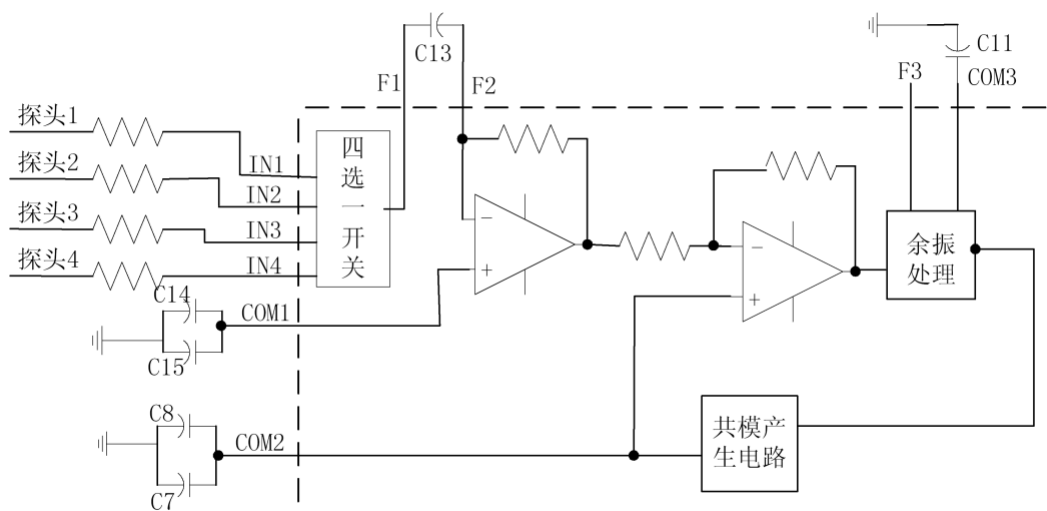


图7 第一级放大电路原理图

图7 所示是第一级放大电路原理图，其中虚线内为芯片的内部电路，虚线外为外接的元器件。

3.1.1 放大倍数的计算

以其中一路为例，等效电路见图8

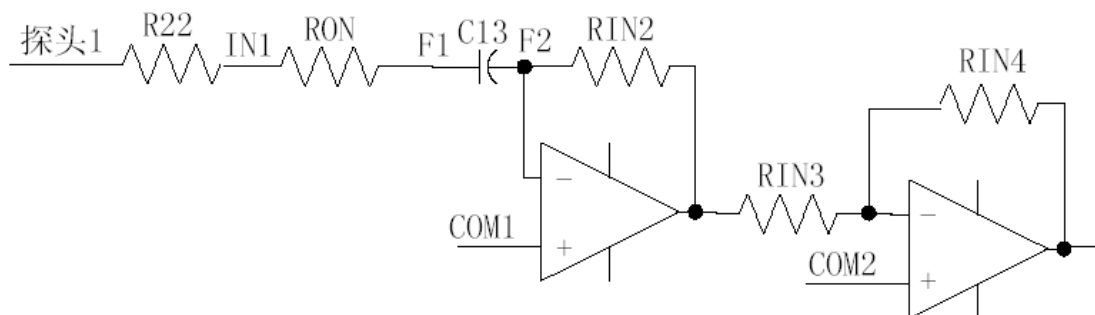


图8 第一级放大电路等效图

R22 为外接电阻（阻值10k ），RON 为四选一开关的导通电阻，C13 为外接电容（容值1nF）

这部分的放大倍数为：

$$A_V = \frac{R_{IN2}}{R_{22} + R_{ON}} \cdot \frac{R_{IN4}}{R_{IN3}}$$

其中RON , RIN2 , RIN3 , RIN4 在芯片内部，R22 为外部电阻，（R22 的取值范围为5K~

This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>

20K) 我们设置的典型值为10 k 。第一级的放大倍数为500 倍。C1 为隔直电容，采用1nF。

3.1.2 COM1 和COM2 引脚的连线

由图7 可以看出,COM1 和COM2 是由芯片的共模产生电路产生。COM1 和COM2 的工作电压为1.66V 左右,接在运放的正端。作用是给运放提供直流偏置点。由运放的工作原理可知,COM1 和COM2 上的交流杂波要尽量少,特别是COM1 (我们建议COM1 上的交流杂波小于20mV)。如果COM1 和COM2 的噪声很大,在输出脚F3 上观测到的噪声也会很大,甚至会淹没超声波检测到的信号。为了滤除COM1 和COM2 的交流,在COM1 和COM2 端都接了两个电容(一个大电容,一个小电容),在PCB 布板时,COM1 的两个电容应尽量靠近引脚,保证较好的滤波效果。(关于COM1 的布局走线可参考我们提供的PCB 板)

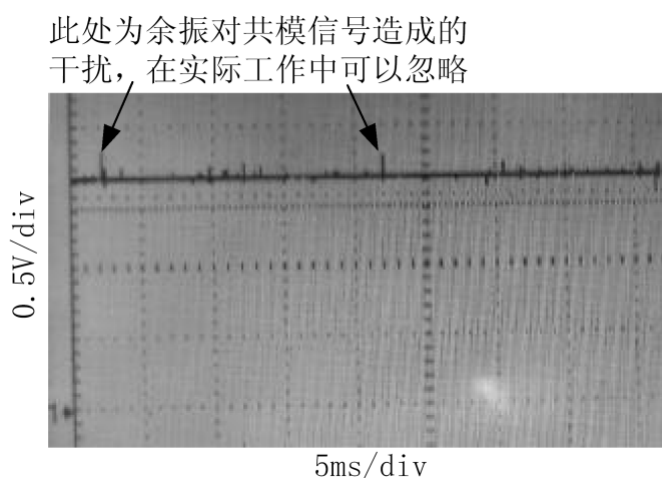


图9 VCOM1 波形图 (工作电压1.66V)

3.1.3 小信号布局布线

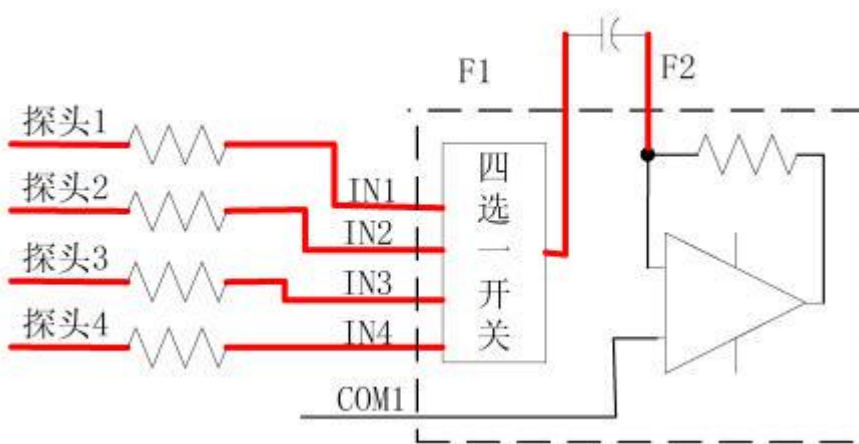


图10 小信号走线示意图

图10 为小信号走线示意图,红色连线表示的是小信号走线,这几根走线尤其要注意。因为探头检测到的回波信号非常微弱,只有几个mV,有的甚至小于1mV。信号输入部分的

This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>

布线要求尽可能的短，走线宽度大约在20mil 较合适且不要穿孔。尽可能远离电源，最好用地线把它和其它信号屏蔽开，特别是不要有数字信号或大的开关信号经过它的路径。（关于这部分可参见我们提供的PCB 板）

注意：远离电源和数字信号，短距离走线，避免打孔并用地线屏蔽是此部分布板的关键所在。

3.1.4 余振处理部分

从图7 可以看出，在经过500 倍放大后，对余振进行处理，在F3 端输出。

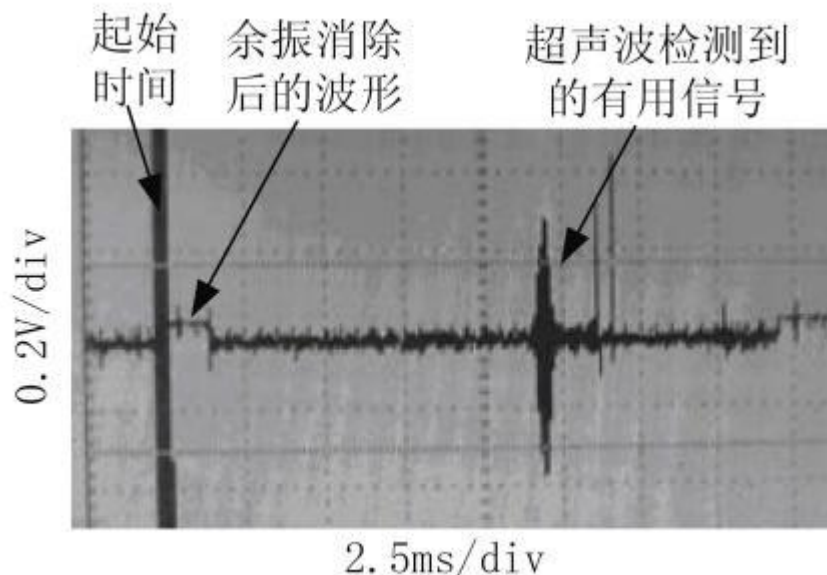


图11 测量远距离时F3 的波形（直流偏置电压为1.7V）

注：波形采集时，示波器的一个探头放在超声波探头的正端，并以该通道的信号作为示波器的触发信号，即以超声波探头发出方波信号的时间作为起始时间，示波器的另一个探头检测F3 的波形。

从图11 可以看出，起始时间（即探头对外发送超声波的时间）后1.8mS 范围内，对信号进行了余振处理，此时F3 输出一个固定电压。1.8mS 以后将超声波检测到的信号送到F3 输出。

3.1.4.1 信噪比的调试

超声波检测到的信号在第一级放大后，就可以在示波器上观测到，如果示波器上观测不到信号，或者信号信噪比很差的时候，可以考虑用如下几个办法来调整：

- 1、选择一个大的平面物体（如大面积玻璃，墙面），近距离测试，这样保证检测到的信号较强。
- 2、观测模拟电源、COM1 和COM2 上波形是否纯净，有没有较大的交流杂波。如果有，则需要在滤波电路方面加以改进。（参见调试指南和提供的PCB 走线）。
- 3、观测小信号走线是否合理，走线是否太长，周围是否有电源或大信号干扰。
- 4、调节中周的电感量，有时候会因为中周和探头的参数不匹配造成。中周的电感量和探头的静电容满足公式：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{其中 } f=40\text{kHz}$$

3.1.4.2 余振的调试

因为考虑到用户使用的探头型号多样，余振时间也会有差别，我们设置了两个端口控制信号（CONTROL_SEL1，CONTROL_SEL0）来选择消除余振的时间。两个控制信号与余振屏蔽时间关系见表1：

表1 控制信号与余振屏蔽时间关系表

控制信号		余振屏蔽时间 T (ms)
CONTROL_SEL1	CONTROL_SEL0	
0	0	1.7
0	1	1.8
1	0	1.9
1	1	2.0

调试方法：此部分目的是消除探头的余振（探头的余振信号会在近距离时影响正常距离信号的采集，并出现误报）。在调试时，将探头指一个大物体（最好是玻璃窗，其次墙面），距离约为0.6~1.2m。如果波形图如图11所示，则表示余振已经完全消除掉。如图12所示，则表示余振没有完全消除。

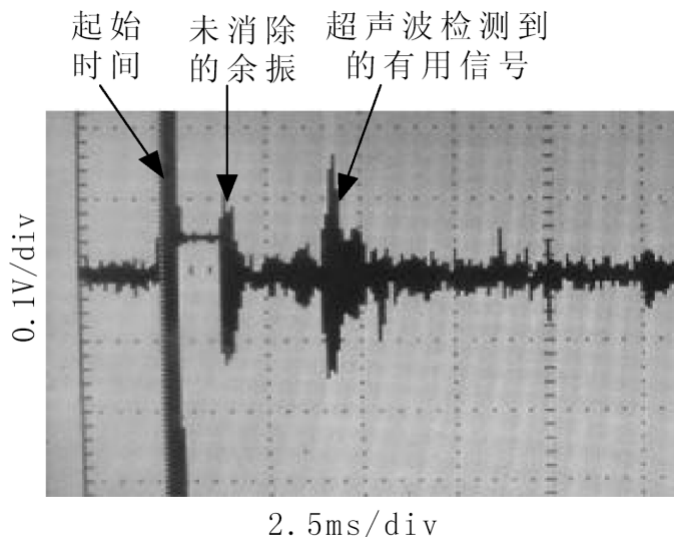


图12 没有完全消除余振的波形（直流偏置电压为1.7V）

图12 为没有完全消除余振的波形（此时探头离物体约0.6m）。要完全消除余振，可调节CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0，加大余振屏蔽时间。将余振完全消除。

注意：虽然设置更长的余振屏蔽时间可以更彻底地消除余振对信号的影响，但同时也加大了系统的盲区。如余振屏蔽时间设为1.8 ms，对应的盲区约为0.3M。

在调整好CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 两个信号，还应相应调整DM 端口，即停车标志信号所对应的障碍物位置。CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 与DM 对应关系

This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>

如表2 所示：

表2 CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 与DM 对应关系

CONTROL_SEL1	CONTROL_SEL0	DM
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

表3 端口控制信号（DM）与停车标志信号所对应的障碍物位置关系

控制信号（DM）	位置（m）
0	0.30
1	0.32

调试时，通过调节CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 将余振完全屏蔽掉，然后由CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 此时的状态来确定DM 为高电平还是低电平。经过我们调试，推荐值为：CONTROL_SEL1 置低电平，CONTROL_SEL0 置高电平，DM 置高电平。

如果某些探头的余振时间过长而不易消除掉，我们建议采用图13 的电路图对电路进行改进优化。

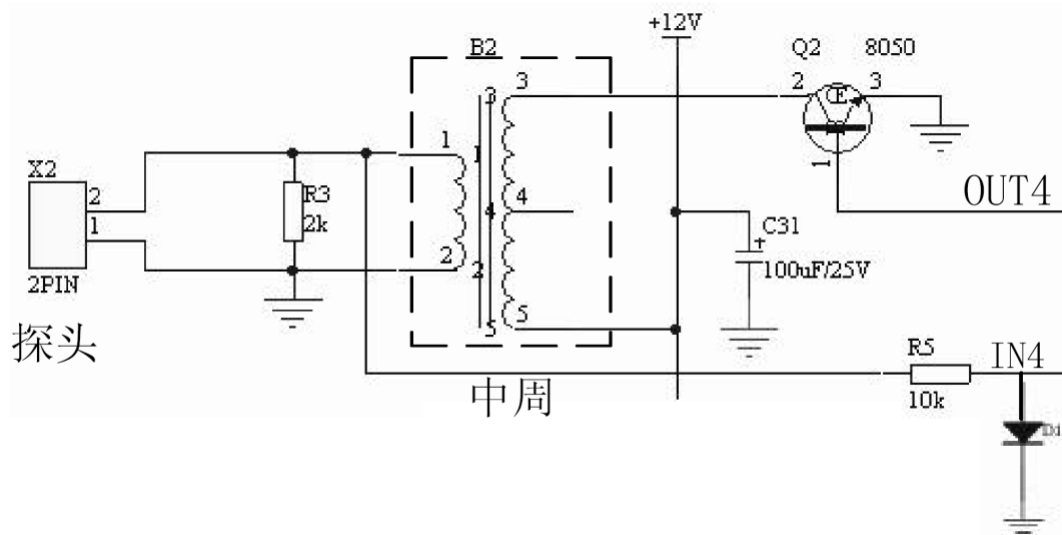


图13 消除余振的改进方法（以其中一路为例，其他三路相同）

如图13 所示，如果余振过大，可以考虑在IN 端加一个箝位二极管（D1）到地。将余振幅度限制在 $\pm 0.7V$ 的范围内。缺点是每一路都要增加一个箝位二极管，四路共增加四个箝位二极管，增加了成本。一般情况下，建议不这样使用。

3.2 第二级放大

在经过第一级放大后进入第二级放大，第二级放大电路原理图见图14 所示：

This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>

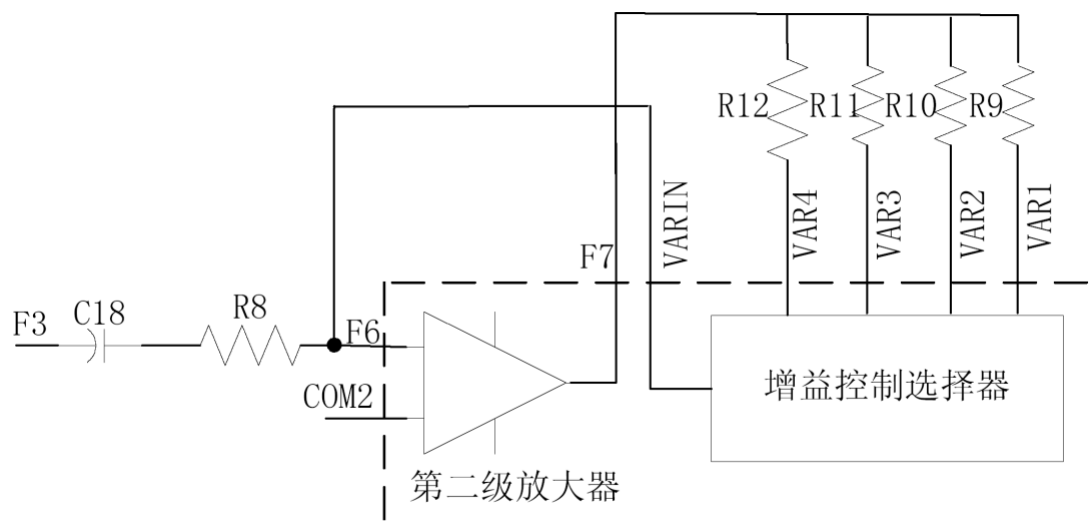


图14 第二级放大电路原理图

图14 中，虚线内的部分为芯片内部电路。C18, R8, R9, R10, R11, R12 为外接元器件。采用增益控制选择器是为了设置四个不同的放大倍数。

超声波探头工作时，由于距离越远，发射回来的信号就越弱，而近距离的信号却很强。为了保证在不同距离的情况下，F7 输出信号的幅度大体相同，所以根据物体距离的不同而采用四种不同的放大倍数。

在小于0.6m，放大倍数为R9/R8，典型值为3 倍，在0.6m 到1.2m 之间，放大倍数为R10/R8，典型值为8.2 倍，1.2m 到1.8m 之间，放大倍数为R11/R8，典型值为10 倍，大于1.8m，放大倍数为R12/R8，典型值为12 倍。

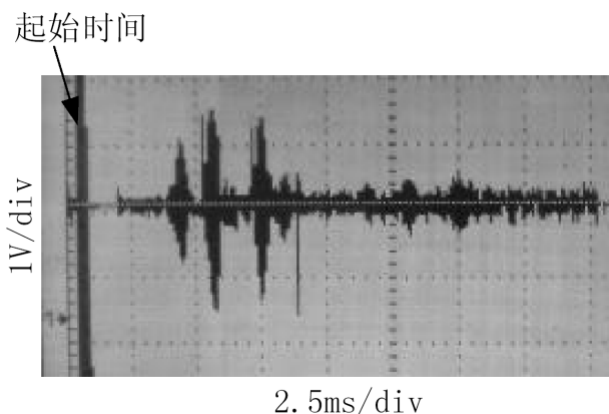


图15 近距离时F7 的波形图（直流偏置电压1.7V）

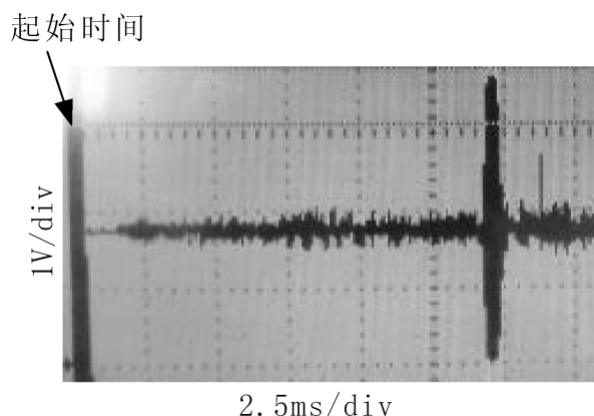


图16 远距离时F7 的波形图（直流偏置电压1.7V）

对比图15 和图16，可以看出由于采用了增益控制选择器，F7 上信号的幅度无论远近都近似相同。如果在不同的距离，信号幅度差别较大，R8 的电阻固定为10k。通过调节R9, R10, R11, R12 与R8 的比值，实现F7 信号幅度基本相同。在调节电阻时需要注意，放大倍数不能太大，否则就会造成信号满摆幅。反而降低了信噪比。R9/R8 范围为2~5，R10/R8 的范围为5~14，R11/R8 的范围为7~18，R12/R8 的范围为9~20。

3.3 滤波器

滤波器的作用是将非40kHz 的信号滤除掉，提高信噪比。此处为模拟电路的关键所在。电路原理图如图17 所示：

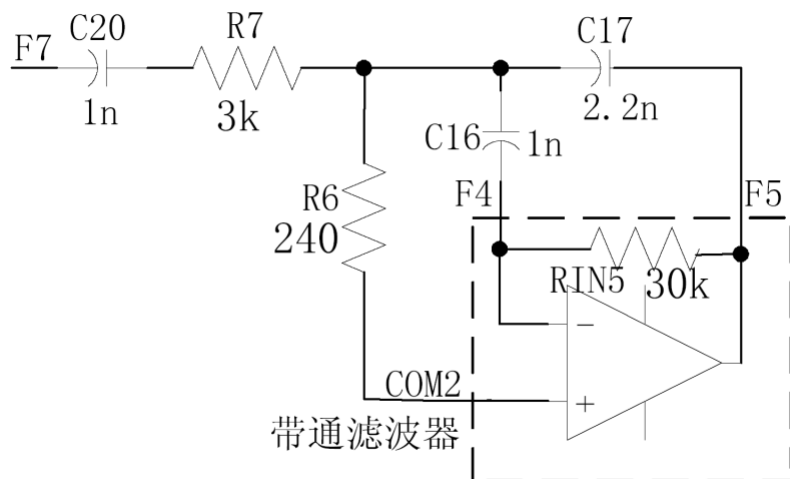


图17 带通滤波器电路图

如图17 所示，虚线内为芯片内部的电路。芯片内部的运放和外接的电阻电容构成了一个二阶带通滤波器。它的中心频点主要受R6 的影响。我们的中心频点设置为40kHz。如果中心频点偏移，就会造成信号被噪声淹没。F5 的波形如图18 所示：

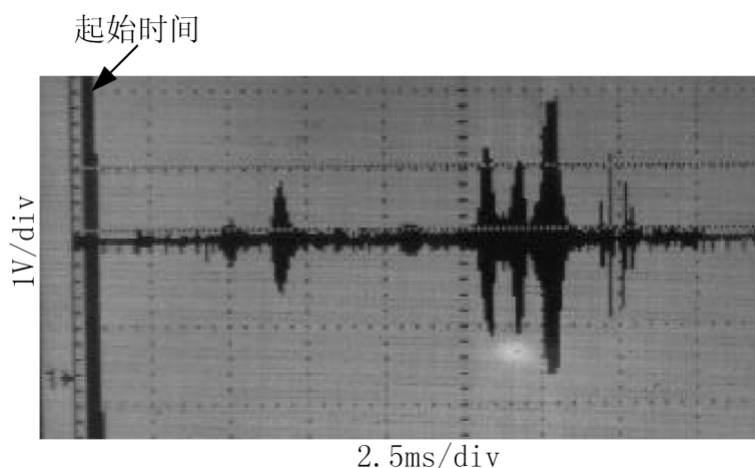


图18 F5 波形图

用户在调试电路时，如果F7 输出的波形正常。而F5 上的信噪比很差，噪声很大，很可能是因为滤波器的中心频点设置有问题，中心频点的表达式为：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{RIN5 \cdot C16 \cdot C17} \left(\frac{1}{R6} + \frac{1}{R7} \right) \right]^{-1/2}$$

$$\Delta f = \frac{1/C16 + 1/C17}{2RIN5}$$

在这个表达式中，R2 对频点的影响最大，C16 和C17 对带宽有影响。通过调节R6 的电阻值可以改变滤波器的中心频点。试验表明，R6 的典型值为240 。

注意：R6 的电阻值尤其关键，所以在参数调整好以后，R6 和R7 的电阻精确度为±1%，C16 和C17 的精确度为±5%

3.4 比较器

在比较器电路的前面有一个峰值检测电路，这部分电路主要由外围元器件完成。

3.4.1 峰值检测电路

峰值检测电路是对信号的峰值进行检测，将检测出来的峰值信号送到比较器电路里与基准电压进行比较。峰值检测电路原理图如图19 所示：

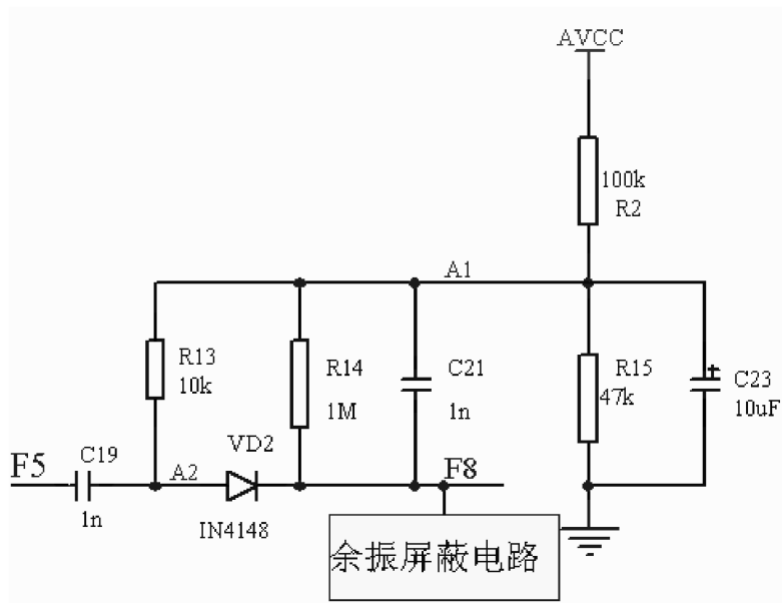


图19 峰值检测电路图

图19 为峰值检测电路，除了余振屏蔽电路为芯片内部电路，其他所有的元器件全部外接。R2 和R15 提供一个直流偏置电压A1，电压值为： $5 \cdot R15 / (R2 + R15) = 1.6V$ 。C23 为滤波电容，电容C19 为隔直电容，R13 给A2 提供一个直流工作电平，F5 上的信号通过二极管VD2 对电容C21 充电，当信号高于电容上的电压时，给电容充电。同时，R14 电阻再缓慢释放C21 上的电荷。通过对电容C21 的充放电，完成信号的峰值检测，在F8 端输出。

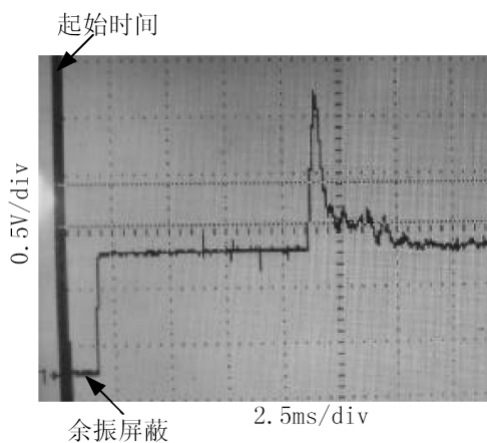


图20 远距离时F8 的波形图

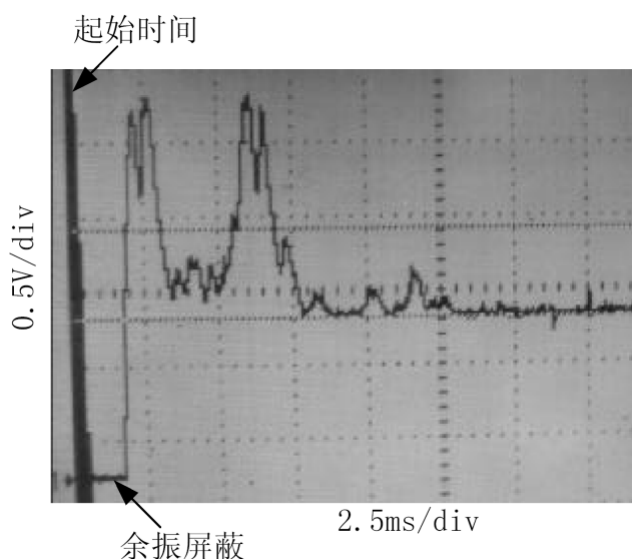


图21 近距离时F8 的波形图

从图20 和图21 可以看出，芯片内部有一个余振屏蔽电路，在1.8mS 时间内对余振进行屏蔽，F8 一直输出0V（屏蔽时间可以通过调整CONTROL_SEL1 和CONTROL_SEL0 两个引脚来改变，调整办法参见3.1.4.2 中的表1 控制信号与余振屏蔽时间关系表）

3.4.2 比较器

比较器的目的是完成模数转换过程，将模拟信号转换成数字信号，送到测距运算器里进行计算。比较器的电路原理图如图22 所示：

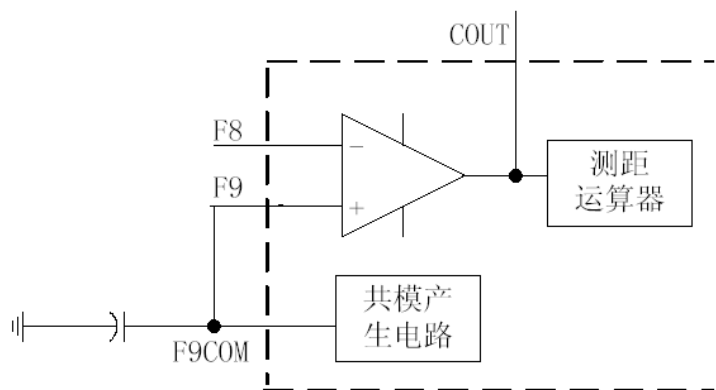


图22 比较器原理图

图22 为比较器的原理图，虚线部分为芯片内部电路。F8 为峰值检测的信号，F9COM 为共模信号，产生一个直流电压（1.67V），作为比较器的基准。当F8 的电压大于F9 的电压时，COUT 输出低电平，表示此时检测到了物体。

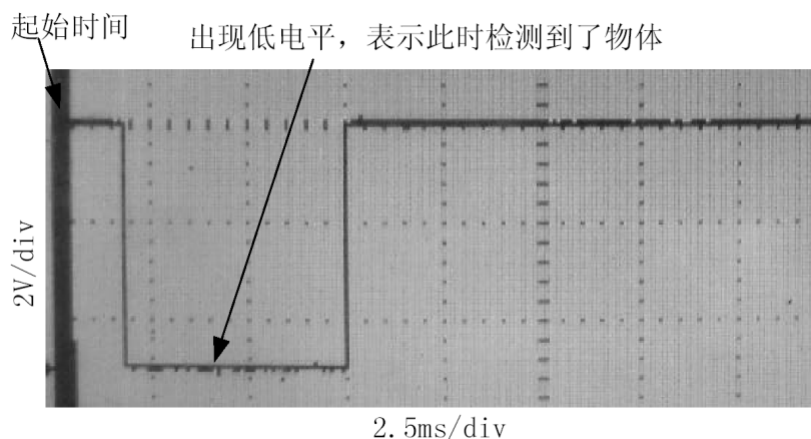


图23 COUT 波形图

四、数字电路的调试

数字电路部分的调试较简单，信号走线没有特殊要求。晶振电路和复位电路都采用传统的方式实现，参照应用电路图即可实现。数字控制端口（CONTROL_SEL1，CONTROL_SEL0，DM）在模拟电路调试中已经介绍。MODE 为倒车雷达功能和防扒车功能选择端；当此脚接电源时，芯片处于扒车功能状态；当此引脚悬空或接地时，芯片处于倒车雷达功能状态；内部自带下拉电阻。TM1 和TM0 为小信号忽略控制端口。

表4 控制信号（TM1,TM0）与小信号忽略门限及灵敏度关系

TM1	TM0	小信号忽略门限	灵敏度
0	0	低	最高
0	1	中	高
1	0	高	中
1	1	最高	低

通过我们的调试，TM0 和TM1 的典型值都为低电平。



GM3101芯片外围器件参数指标

产 品 名 称 中周		
参 数 指 标		
电 感 量	(mH)	7.8±0.2mH
初/次 级匝数比		1: 12
中 心 频 率	(KHz)	40±1k
备 注	初/次 级匝数比可以调整，只要能达到探头的驱动电压即可 (一般的探头驱动电压为 110V~150V)	

产 品 名 称 探头		
参 数 指 标		
频 率	(KHz)	40±1k
阻 抗	(欧)	500 欧
灵 敏 度	(dB)	103 dB (min)
带 宽	(-3 dB)	1.5 K
角 度	(-6 dB)	Max 90°
静 电 容	(pF)	2000±10%PF
最大使用电压	(V)	150Vp-p10%(work period)
使用温 度	(°C)	-40°C~+85°C
回 波 灵 敏 度	(dB)	-70dB (min)
声 压 电 平		0dB=1u volt/bar



This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>



GM3101 整机板器件清单V3.4

Designator	Part Type	Footprint	Description	parameter	quantity	
R14	1M	0805	Resistance	±5%	1	
R16 R4 R3	2K	0805	Resistance	±5%	3	
R17	2k	0805	Resistance	±5%	1	
R6	240	0805	Resistance	±1%	1	important
R7	3K	0805	Resistance	±1%	1	important
R8 R19 R21 R5 R18 R22 R13	10K	0805	Resistance	±5%	7	
R1	10 1/2W	0805	Resistance	±5%	1	
R12	120K	0805	Resistance	±5%	1	
R9	30K	0805	Resistance	±5%	1	
R15	47K	0805	Resistance	±5%	1	
R10	82K	0805	Resistance	±5%	1	
R2 R11 R20	100K	0805	Resistance	±5%	3	
C19 C21 C20	1N	0805	Capacitor	±5%	6	
C13 C16 C18						
C17	2N2	0805	Capacitor	±5%	1	
C30 C29	22P	0805	Capacitor	±5%	2	
C23 C7 C10 C5						
C14 C11 C3	10uF	1210E	Capacitor	±20%	8	
C28						
C32 C34 C9	100uF/25V	C0.2	Capacitor	±20%	6	
C24 C25 C31						
C6 C12 C22 C2	0.1uF	0805	Capacitor	±20%	8	
C4 C1 C8 C15						
Q1 Q2 Q3 Q4		T0-92	NPN Transistor		4	
U1	GM3101	QFP44	GM3101		1	
VD2	IN4148				1	
N1	LM7805CT	T0-220			1	
B1 B2 B3 B4	TRANS5		中周		4	
L1	10uH		inductance		1	
L2	TRANS 10mH		扼流圈	5—15 mH	1	
Y1	8M	XTAL1	Crystal		1	
s1	sel	SWITCH1-2			1	
X2 X3 X4 X4	2PIN	SIP2			4	
X1	POWER IN		3PIN		1	
X6	4PIN	SIP4			1	
	探头				4	



FOSVOS GM3101

由上海福跃电子科技有限公司提供应用技术解决方案及样片和产品销售

+86-21-58998693\58994470

样片申请请将公司名称、详细地址、应用场合、应用产品、工程师联系方式，发送到邮箱 Tech@fosvos.com 便于我们准确地发送样片，提供更好的技术等相关服务！

www.fosvos.com