

# 数据手册

## GM3101

倒车雷达的超声波测距主控制芯片

**2006.4**

## 1 概述

GM3101 是专用于倒车雷达的超声波测距芯片，该芯片提供4 路超声波探头的驱动，并根据超声波特性和倒车雷达的使用环境进行了一系列智能化处理，在保证超声波测距精确性的基础上，更加强了报警功能的准确性和实用性。测试结果编码后采用双线差分方式输出，提高了信号传输的抗干扰性。

GM3101 可为倒车雷达系统提供最简单的单芯片控制方案，替代现有的单片机控制方案。该芯片的优势在于尽可能地为倒车雷达系统提高集成度，减少外围元件。同时该芯片的功能满足高端和通用性的要求，用户利用该组芯片既可以生产高性能的整机产品，还可以灵活设置其产品的报警方式。全硬件方式实现系统功能，既降低了用户的开发难度，更对系统性能有了显著的提高。

## 2 特征

——电源电压：5V

——四路超声波探头接口，探头发送驱动信号 5V@2mA

——报警信号编码输出，报警信号包括：各探头检测到的障碍物距离危险等级信号、最近障碍物方

位信号、最近障碍物距离信号及附加消息，信号电平 5V

——检测结果输出周期 80ms

——具备自动增益控制，实现分级放大

——具有防声波衍射误报处理，提高报警信号的准确性

——具有环境适应功能，提高报警功能的实用性

——具有智能识别功能，可以忽略小物体，防止误报警

——报警信号输出采用双线差分方式，提高抗干扰性

——带防扒车报警功能

——工作环境温度：-40 ~+85

## 3 封装及引脚功能说明

GM3101 提供QFP44 的封装形式，引脚排布见图1 所示：

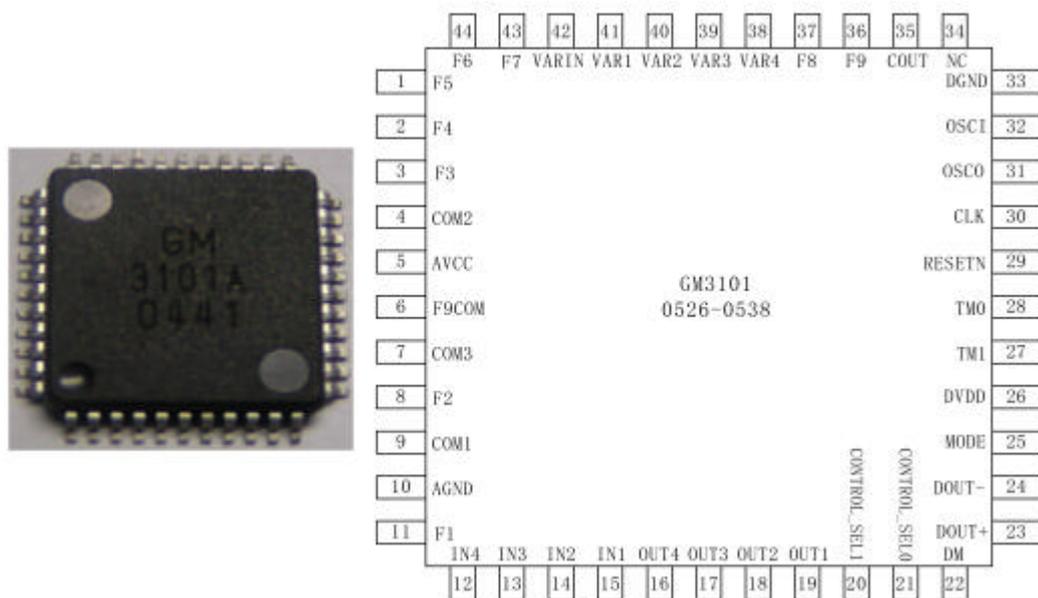


图1 封装引脚排布图

该芯片的各引脚功能描述见下表：

表 1 芯片引脚功能说明

引脚号	引脚名	方向	说明
1	F5	Out	滤波器的输出；
2	F4	In	滤波器的输入；
3	F3	Out	第一级放大电路输出；
4	COM2	In	第二级放大电路的共模信号；
5	AVCC	In	模拟电源；
6	F9COM	Out	F9 端的共模输入；
7	COM3	Out	余振信号释放端口；
8	F2	In	第一级放大电路输入；
9	COM1	In	第一级放大电路的共模信号；
10	AGND	In	模拟地；
11	F1	Out	四选一开关输出；
12	IN4	In	探头 4 信号输入引脚；
13	IN3	In	探头 3 信号输入引脚；
14	IN2	In	探头 2 信号输入引脚；
15	IN1	In	探头 1 信号输入引脚；
16	OUT4	Out	探头 4 驱动信号输出引脚；
17	OUT3	Out	探头 3 驱动信号输出引脚；
18	OUT2	Out	探头 2 驱动信号输出引脚；
19	OUT1	Out	探头 1 驱动信号输出引脚；
20	CONTROL_SEL1	In	余振屏蔽控制信号高位；内部自带下拉电阻；
21	CONTROL_SEL0	In	余振屏蔽控制信号低位；内部自带下拉电阻；
22	DM	In	调节信号包络的屏蔽时间；内部自带上拉电阻；
23	DOUT+	Out	检测信号输出正端；
24	DOUT-	Out	检测信号输出负端；
25	MODE	In	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；
26	DVDD	In	数字电源；
27	TMI	In	小信号忽略控制高位；内部自带下拉电阻；
28	TM0	In	小信号忽略控制低位；内部自带下拉电阻；
29	RESETN	In	复位引脚，低电平复位；内部自带上拉电阻；
30	CLK	Out	时钟输出 1MHz；测试用；
31	OSCO	Out	振荡器输出；产生 3MHz 系统时钟；
32	OSCI	In	振荡器输入；
33	DGND	In	数字地；
34	NC		悬空
35	COUT	Out	比较器的输出；内部自带上拉电阻；测试用；
36	F9	In	比较器正端输入；
37	F8	In	比较器负端输入；
38	VAR4	Out	增益控制选择器 4 通道；

39	VAR3	Out	增益控制选择器 3 通道;
40	VAR2	Out	增益控制选择器 2 通道;
41	VAR1	Out	增益控制选择器 1 通道;
42	VARIN	In	增益控制选择器输入;
43	F7	Out	第二级放大电路输出;
44	F6	In	第二级放大电路输入;

4 内部电路框图

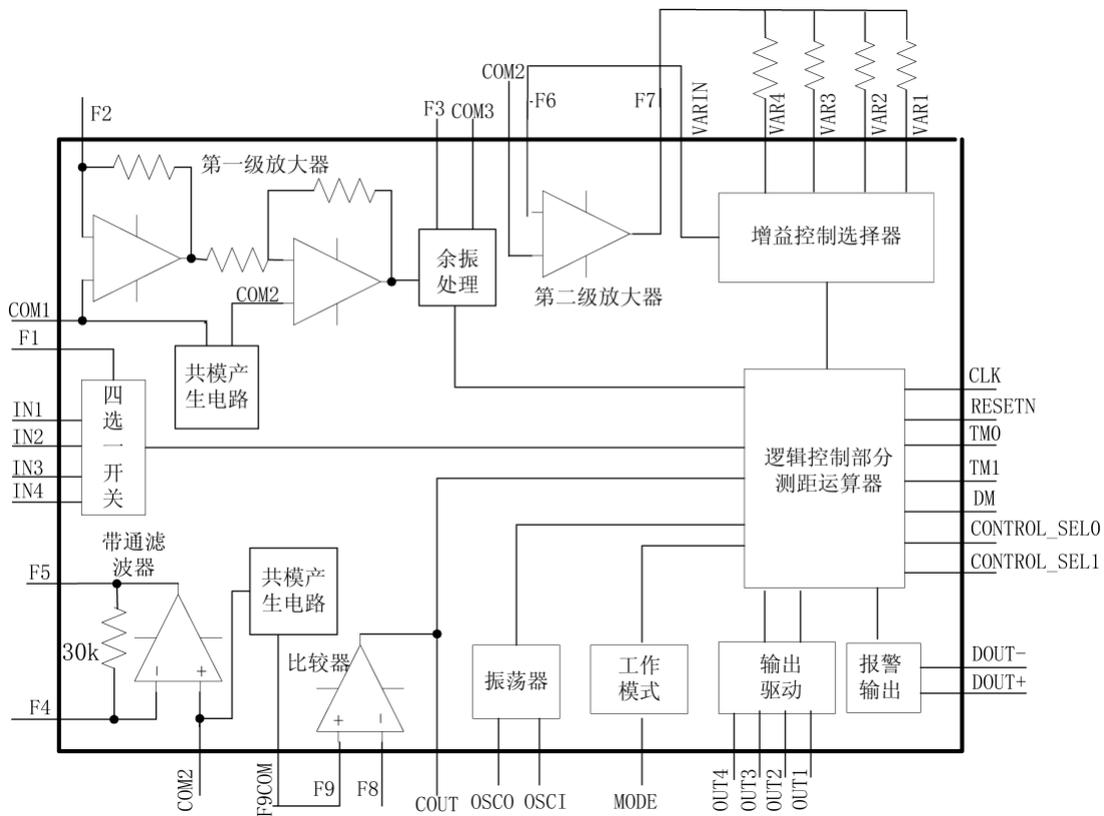


图2 芯片内部框图

5 芯片功能详细描述

GM3101 提供4 路超声波探头接口，芯片通过探头发送和接收超声波信号，根据发送和接收的时间差计算障碍物的距离，输出相应报警信号。报警信号编码后采用双线差分方式输出，输出信号的内容包括：各探头检测到的障碍物距离的危险等级、最近障碍物的方位、最近障碍物的距离值和附加消息。最大输出距离为3.15 米，输出精度为0.05 米。

5.1工作模式选择

表2 工作模式选择

工作模式	MODE
倒车模式	低电平或悬空
扒车模式	高电平

## 5.2 信号发送和接收

芯片接通电源后，探头驱动引脚向超声波探头发送驱动信号，驱动超声波探头发送超声波信号，驱动信号发送完毕后芯片等待信号返回；探头接收到超声波信号后，将信号送入芯片，进行信号放大处理，记录信号发送和接收的时间差，根据此时间差计算障碍物距离，控制报警信号输出。超声波探头驱动采用分时顺序的驱动方式，即依次对4个探头轮流进行驱动，一个探头的工作周期内要包括发送和接收两种操作。4个探头检测完成构成一个检测周期。若前一探头在本工作周期内没有接收到返回的超声波信号，则芯片也转入控制下一个探头的工作。

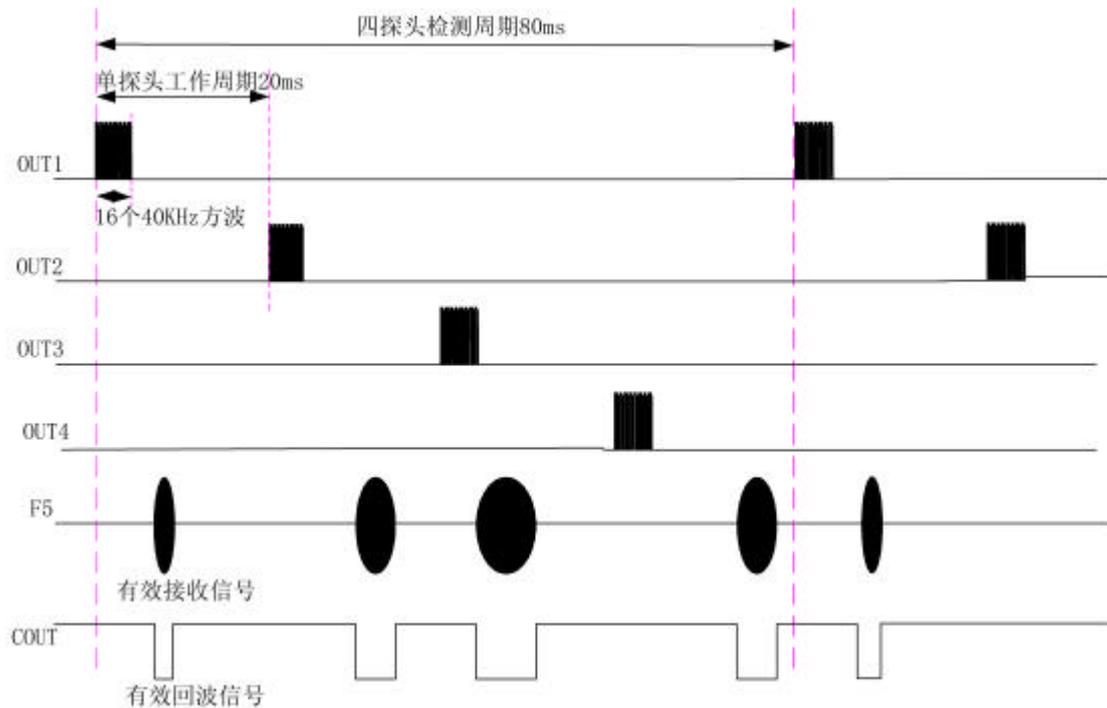


图3 发送与接收信号的时序关系

## 5.3 探头余振处理

表3 端口控制信号 (CONTROL\_SEL1, CONTROL\_SEL0) 与消除余振处理时间的关系

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

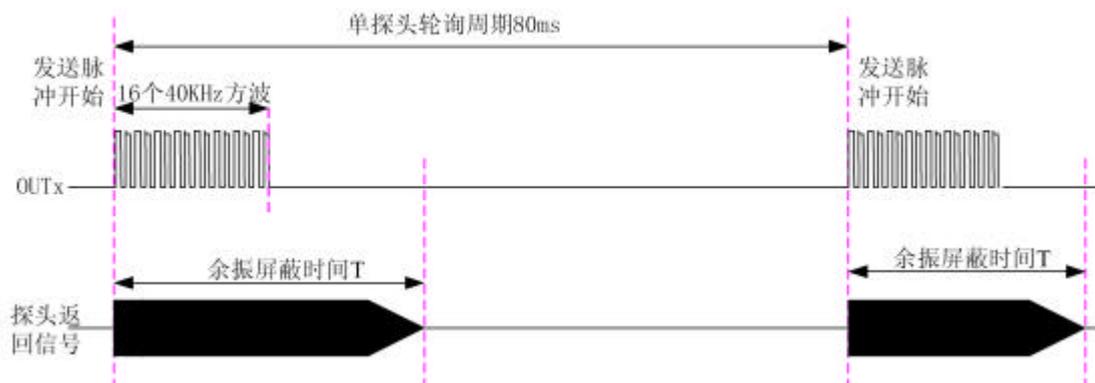


图4 发送信号与余振屏蔽时间关系

表4 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

根据表4 可知, 当DM 为低电平时, 障碍物位置小于0.30m 时表示停车, 当DM 为高电平时, 障碍物位置小于0.32m 时表示停车。( DM 控制信号和 CONTROL\_SEL1,CONTROL\_SEL0 控制信号配合使用, 使用办法参见《用户生产调试指南 V3.4》 )

#### 5.4 多种智能处理

##### 5.4.1 防声波衍射处理

由于声波传输的特性, 声波会出现未经实际物体反射就直接回到探头并被检测到的情况, 使处理器误认为是实际反射接收到的信号, 导致误报。根据声波衍射的特性, GM3101 可以对衍射声波进行识别, 消除了声波衍射误报警情况。芯片一旦判定收到的超声波信号是声波衍射返回的信号, 则自动忽略该结果, 芯片继续等待在该探头工作周期内是否有有效反射波, 有则进行处理, 没有则转入下一探头的驱动。

##### 5.4.2 智能识别处理

地面上的小物体, 比如小砖块, 小石块, 小水果, 都会造成超声波的反射, 并让探头检测到, 而这些物体并不影响车辆的倒车操作。GM3101 针对这种情况进行了处理, 提高报警的准确性。与防声波衍射处理一样, 芯片忽略掉无效反射波后会继续等待在本工作周期内是否有有效反射波, 有则进行处理, 没有则转入下一探头的驱动。

表5 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

小信号的忽略门限是通过检测小物体反射回来的超声波信号强度来判断。也可以称之为灵敏度分析, 灵敏度与小信号忽略门限成反比, 小信号的忽略门限低, 说明所忽略的小物体反射回来的信号强度很弱, 对于较大的物体则不忽略。这样灵敏度就高。反之, 当忽略门限达到

最高时,对于一些较大的物体也会忽略,灵敏度也变得最低。用户可根据实际需要及超声波探头的灵敏度来调节这两个信号。

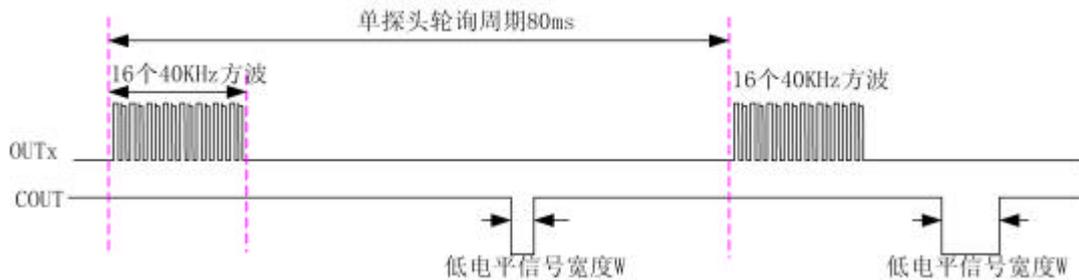


图5 发送波形与接收低电平信号的时序关系

### 5.4.3 环境适应处理

车辆在倒车进入一个巷道或两边已经停靠了其它车辆的停车车位时都会存在环境影响造成的误报警。因为在这种情况下,绝大部分倒车的过程中,检测到的最近的距离和方位都是车身的两边(墙面或两边车辆),但驾驶员可以通过两边的反光镜掌握两边的车距,驾驶员关心的是车身后面的障碍物距离。GM3101能够针对这种情况进行识别和处理。

GM3101 当发现探头一和探头四任何一个探头在2560ms 内检测到的距离都比较恒定,或变化范围很小(小于 $\pm 20\text{cm}$ ),则认为处于上述环境中。于是,处理器在送出相应的消息后就不再输出该探头的探测信息,只对其他探头的检测信息作出响应。但是如果探头一和探头四的检测距离变化超过芯片设定的允许范围,则马上回到正常检测的状态机模式,待两侧或某一边的距离再次恒定后又转到环境适应模式下。

环境适应模式也有一个极限值0.5 米,即恒定距离小于0.5 米时,处理器还是回到正常检测模式,对该探头的检测信息输出报警信息。

该芯片只对一、四探头进行环境适应处理,二、三探头不做此处理。

### 5.5 报警信号输出

GM3101 接收到有效反射信号后,进行计算并输出相应的报警信号。报警信号的输出周期为80ms。如果整个检测周期内都没有检测到物体,则不输出任何报警信号。报警信号包含的内容有:各探头检测到的障碍物危险等级、最近障碍物的方位、最近障碍物的距离值及附加消息,其中附加消息是专门用于输出环境适应处理的结果。障碍物危险级别和障碍物距离的对应关系如表6 所示:

表6 障碍物危险级别和障碍物距离的对应关系

分段	障碍物距离	障碍物危险级别
1	1.2~3.15 米	安全
2	0.6~1.2 米	警示
3	0.3~0.6 米	危险
4	<0.3 米	停车

#### 5.5.1 输出方式

报警信号采用双线差分串行输出的方式,目的是提高传输信号在长距离和强干扰环境下的传输正确性。双线差分传输具体格式是: DOUT+输出实际需要的信号, DOUT- 则输出与DOUT+相反的电平信号,例如DOUT+输出“1”,则DOUT-则输出“0”, DOUT+输出“0”, DOUT-则输出“1”,显示部分可以通过判断DOUT+和DOUT-信号幅度的差值来恢复出实际的

DOUT+信号的值，用户也可以根据其具体的应用环境只使用DOUT+信号。报警输出信号采用标准异步传输格式，数据传输的波特率为4800bps。

## 5.5.2 数据格式

### 5.5.2.1 倒车模式

报警信号以数据包格式输出，每个数据包包括3 个字节，格式和内容如下所述：

第一个字节：第一字节高四位为起始标志，用于说明此报警数据是倒车模式下的数据还是扒车模式下的数据，倒车模式是“0101”，扒车模式是“1010”。倒车模式下数据格式如图6 所示，第一字节的低两位用于输出附加消息，输出数据指示1 或4 探头是否进入环境适应模式，S1 表示探头1 是否进入环境适应模式，“1”表示进入环境适应模式，“0”表示正常倒车模式；S4 表示探头4 是否进入环境适应模式，“1”表示进入环境适应模式，“0”表示正常倒车模式。第四位SX1 和第三位SX0 表示最近障碍物的方位，00 表示是探头1 方向，01 表示是探头2 方向，10 表示是探头3 方向，11 表示是探头4 方向。

0	1	0	1	SX1	SX0	S1	S4
---	---	---	---	-----	-----	----	----

图6 第一字节数据格式

第二个字节：如图7 所示，SXA 和SXB 表示X 号探头检测到的障碍物的危险等级，危险等级分为安全、警告、危险、停车4 级，分别用00、01、10、11 表示。例如第二字节数据为“10010000”，表示第一个探头检测到危险状态，第二个探头检测到警告状态，第三和第四个探头为安全状态。

S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

图7 第二字节数据格式

第三字节：输出最近障碍物的距离值，数据格式如图8 所示，DA1 和DA0 表示最近障碍物距离的第一位数据，按BCD 编码，最大值为3；DB0~DB3 表示最近障碍物距离的第二位数据，按BCD 编码，最大值为9；DC0 表示第三位数据，0 表示0，1 表示5。其中最高位默认为1。

*	DA1	DA0	DB3	DB2	DB1	DB0	DC0
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

图8 第三字节数据格式

### 5.5.2.2 防扒车模式

在防扒车功能状态下，芯片只检测0.6 米距离内有无物体。防扒车模式下数据输出周期也是80ms。报警信号输出与倒车模式下输出的方式一致，也采用双线差分方式，以标准异步格式、波特率4800bps的方式传输。防扒车模式下，输出的数据包包括1 个字节，数据格式如图9 所示，高四位为起始标志，用于说明此报警数据是倒车模式下的数据还是防扒车模式下的数据，倒车模式是“0101”，扒车模式是“1010”。低四位指示方位，SX 位为1 则表示X 号探头检测到近距离障碍物，SX 为0 则表示没有检测到近距离障碍物。

1	0	1	0	S1	S2	S3	S4
---	---	---	---	----	----	----	----

图9 防扒车模式报警数据格式

6 接口时序

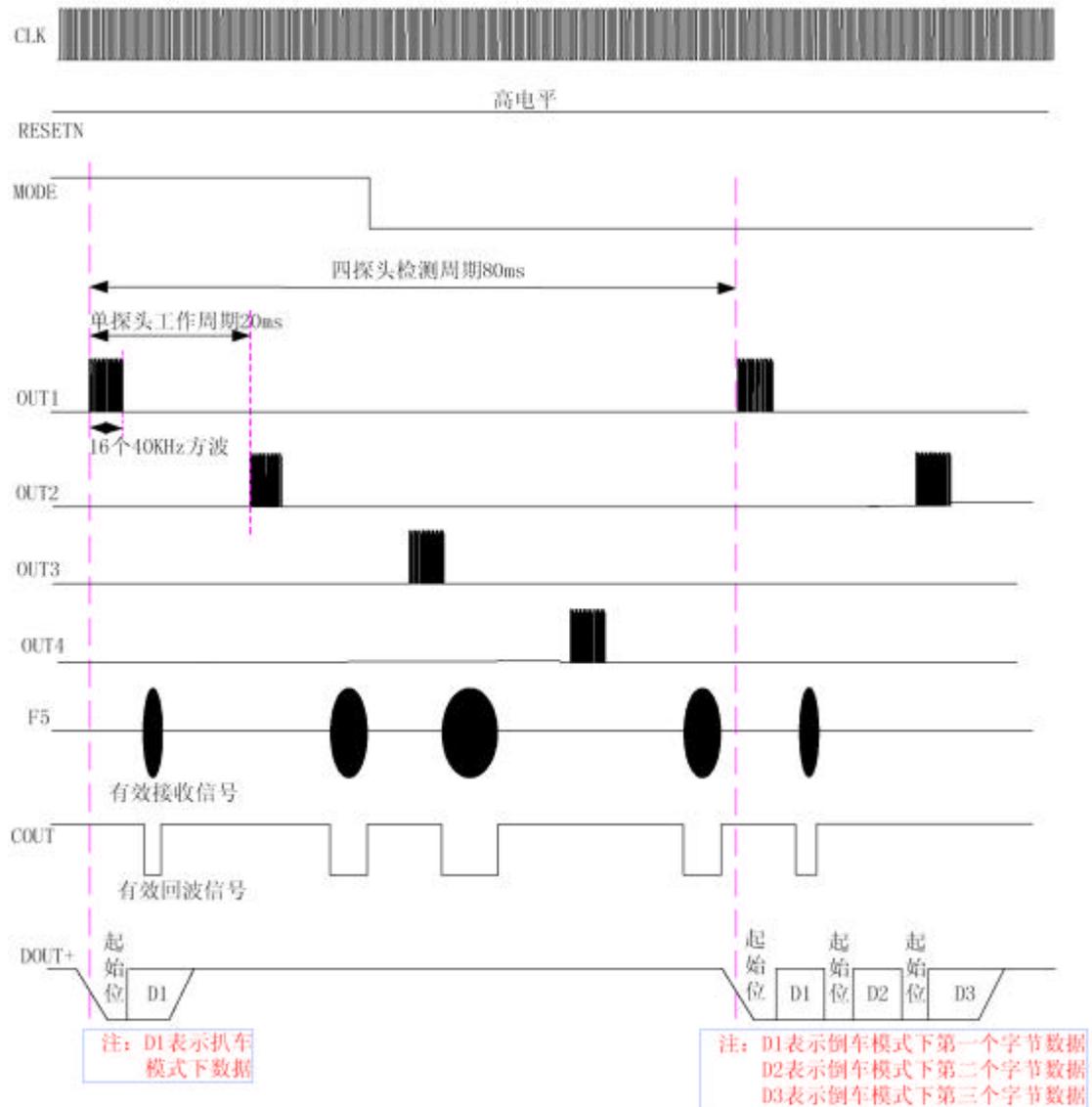


图10 主要接口时序关系

7 典型应用

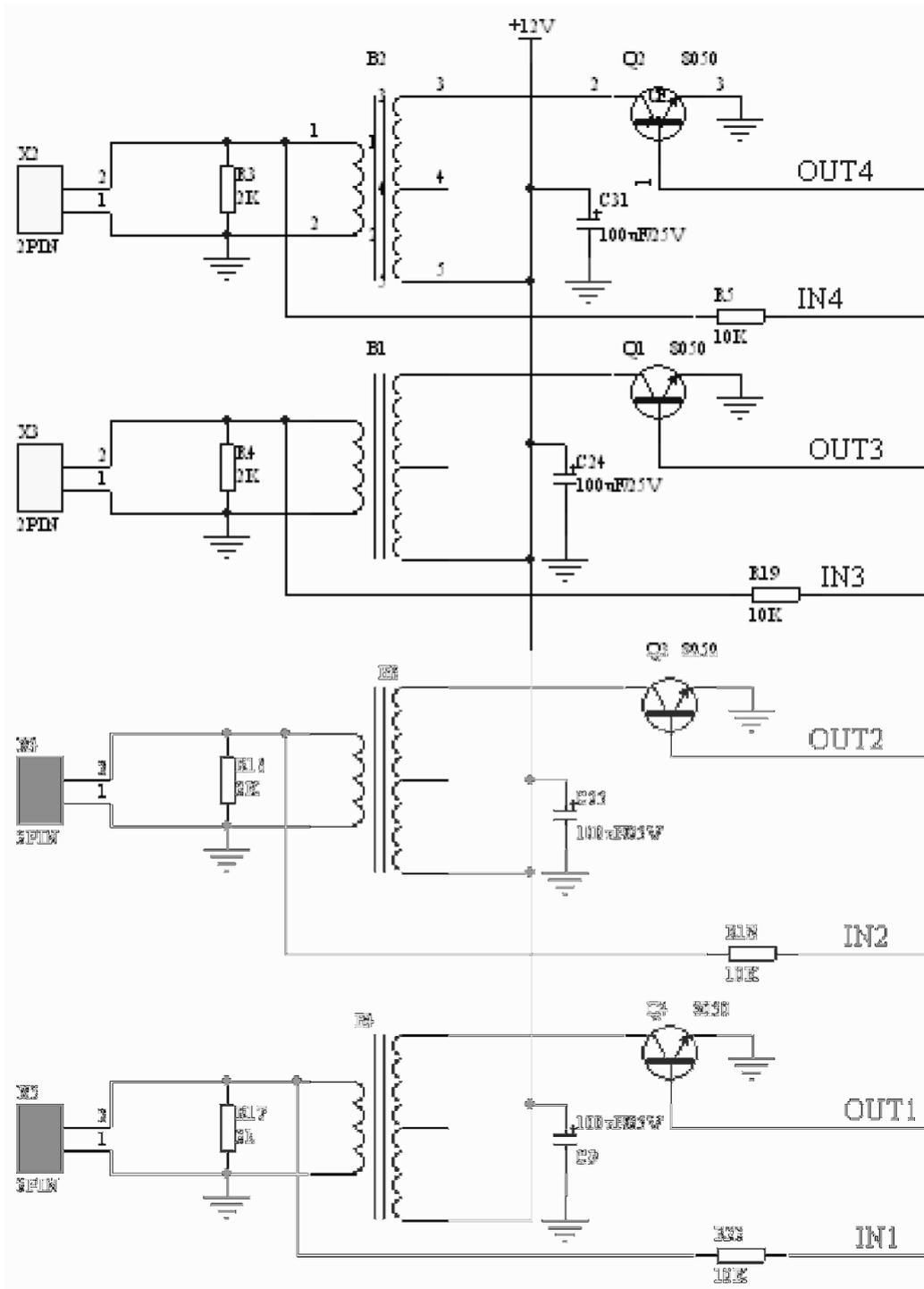


图11 探头信号接收发送电路

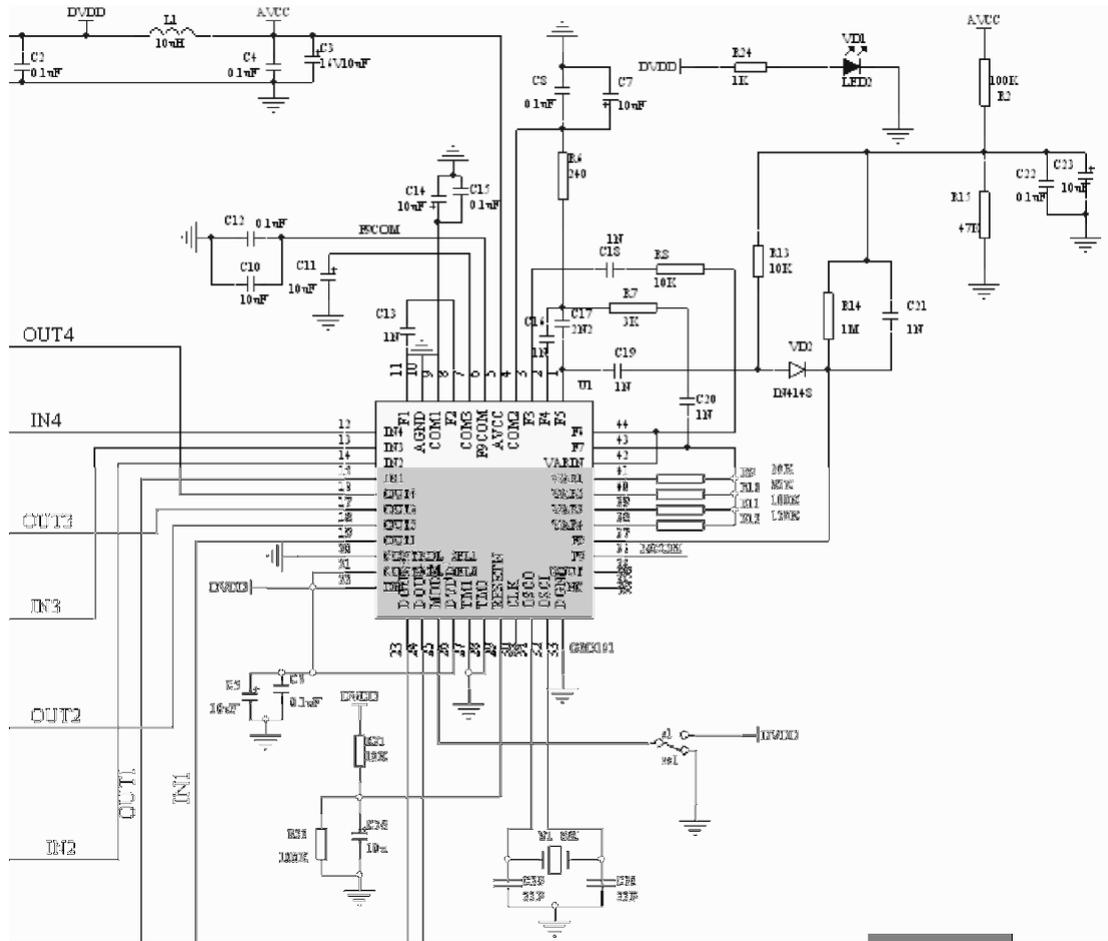


图12 典型应用

8 参数指标

8.1 芯片极限值

- ? 工作电压(VCC)..... 7V
- ? 贮存温度(T STG) ..... -55 ~ + 100
- ? 最大功耗(Pa)..... 60mW

8.2 推荐工作条件

表7 推荐工作条件

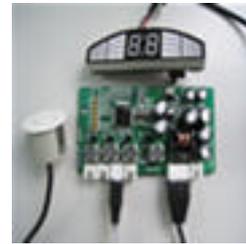
符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	备注
V <sub>CC</sub>	电源电压		5		V	
F <sub>OSC</sub>	晶振频率		8		MHz	
T <sub>A</sub>	工作温度	-40		85	°C	

8.3 电气参数

表8 主要电气数

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

参数	符号	条件: 除另有规定, $V_{DD}=5V$ , $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	极限值			单位
			最小	典型	最大	
电源电流	$I_{DD}$		-	-	11	mA
脉冲输出频率	$f_O$	$f=8MHz$	-	40	-	KHz
工作频率	$F_{OSC}$		-	8	-	MHz
输出高电平电压	$V_{OH}$	$I_{OH}=-4mA$	3.6	-	-	V
输出低电平电压	$V_{OL}$	$I_{OL}=4mA$	-	-	0.6	V
距离	D	$f=8MHz$	-	-	3.15	m
串口数据传输波特率			-	4800	-	bps



## FOSVOS GM3101 DATASHEET FV3.4

编制时间：2006 年4 月

由国腾电子集团公司设计

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

+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](mailto: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](http://www.fosvos.com)

## 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。

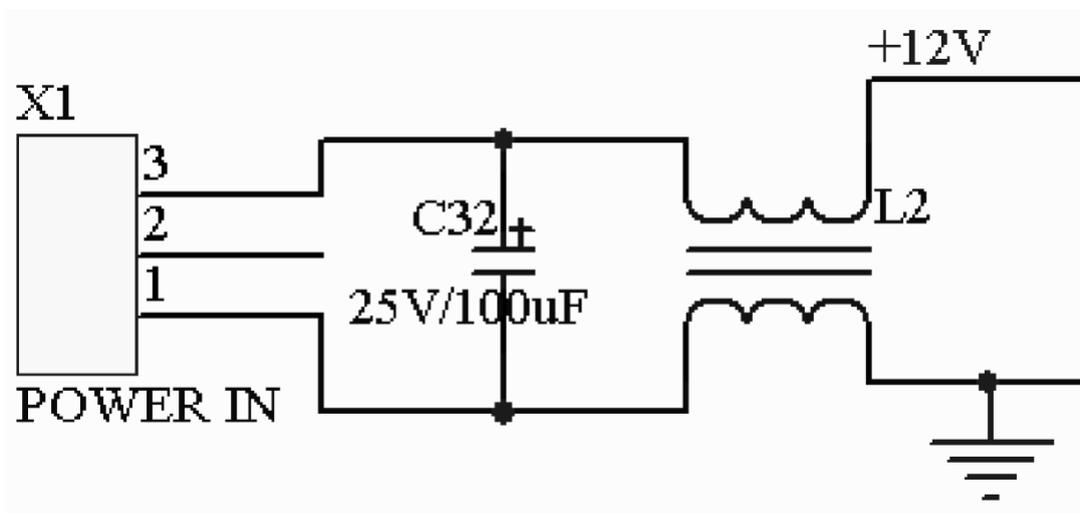


图1 12VDC 电源输入电路

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。

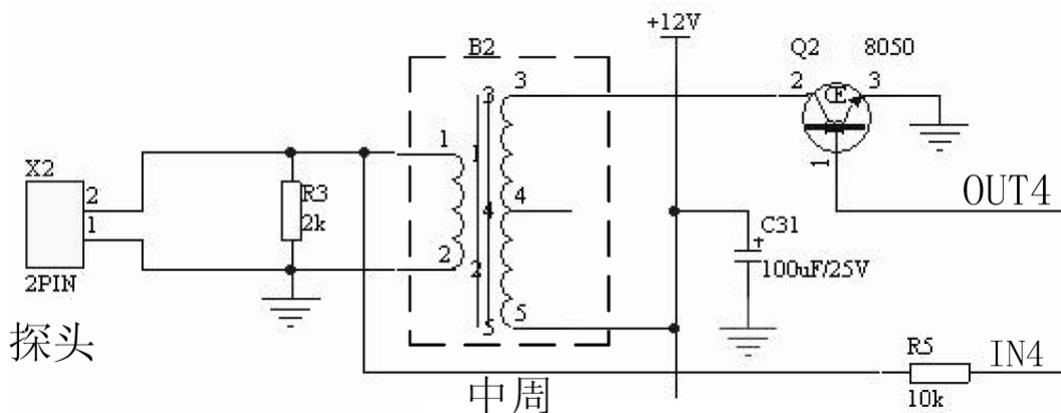


图2 通道4 中周和探头的电气连接图

## 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 一型滤波电路, 如图3 所示

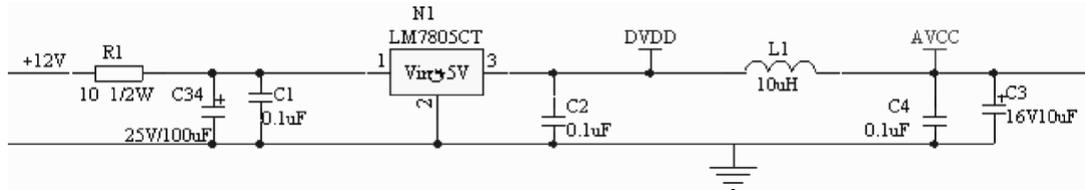


图3 5VDC 电源输入电路

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。

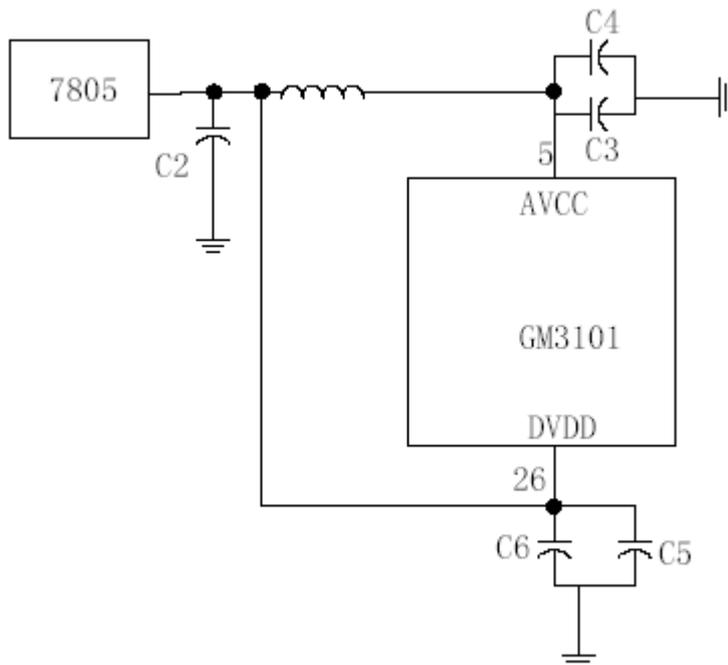


图4 PCB 板上5VDC 电气走线示意图

如图4 所示, 12V 电源经过7805 转换成5V 电源后进行LC 一型滤波, 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(10μF), 滤低频交流, 一个采用小电容(0.1μF), 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

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

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。

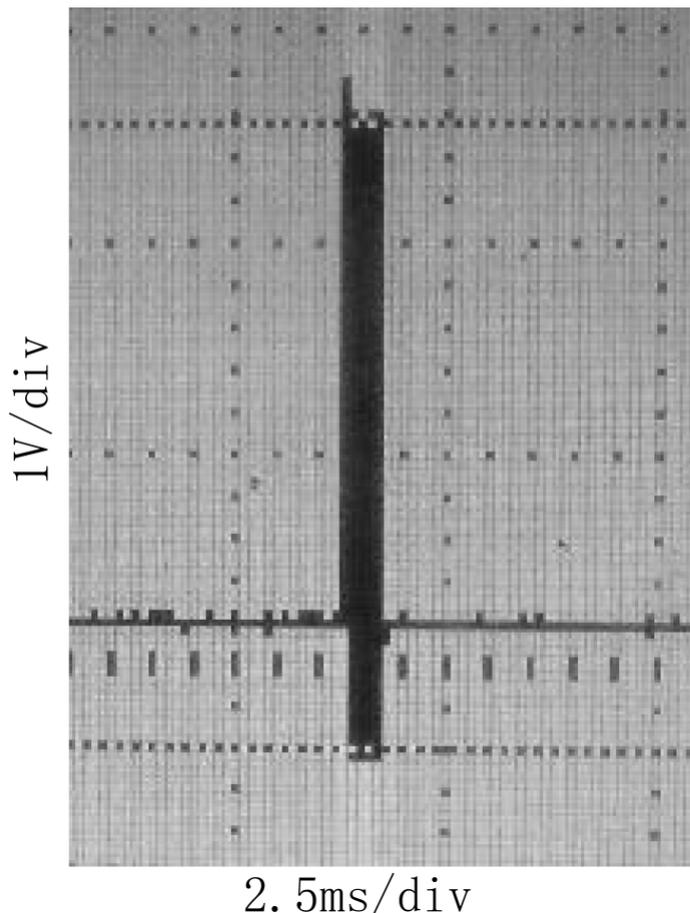


图5 IN 波形图

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，

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

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：

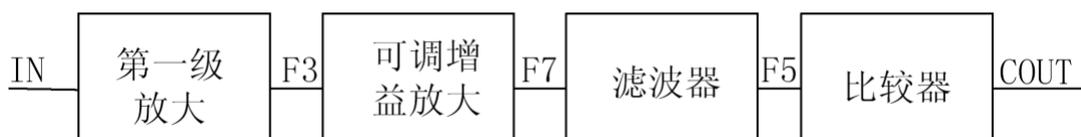


图6 模拟电路系统框图

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。

#### 3.1 第一级放大

第一级放大的电路图如图7 所示：

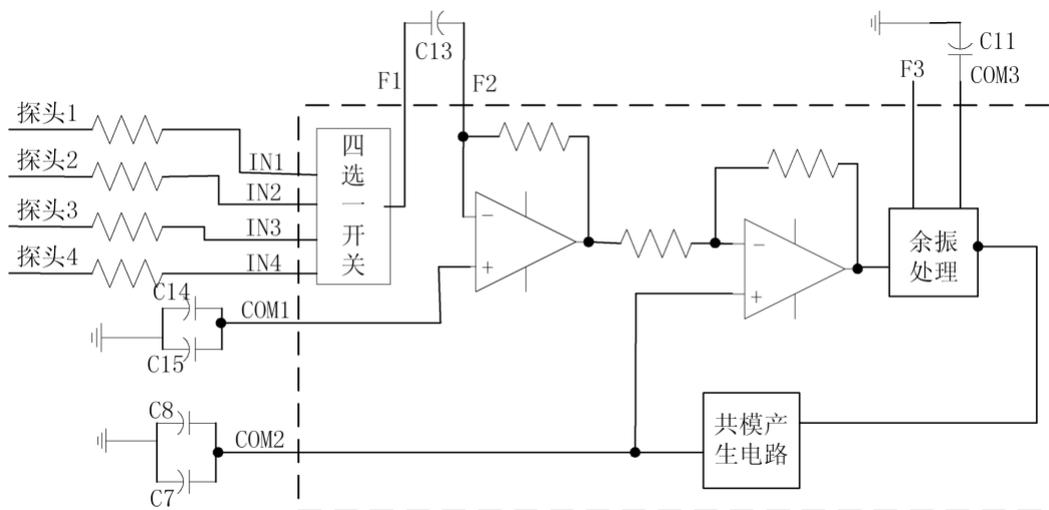


图7 第一级放大电路原理图

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

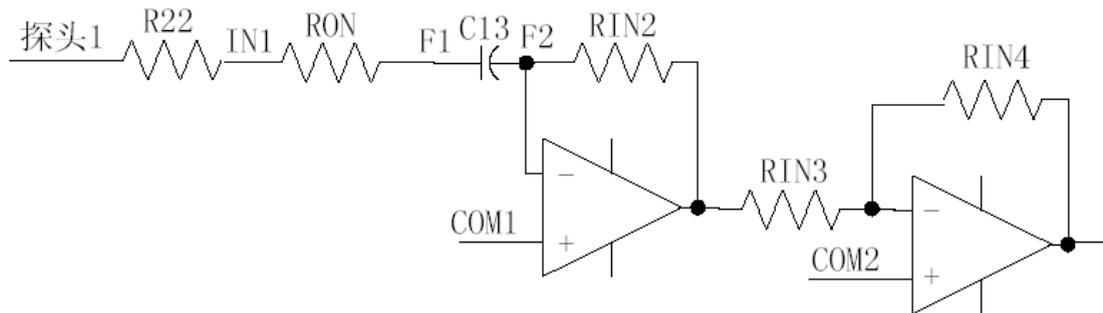


图8 第一级放大电路等效图

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：

$$A_v = \frac{RIN2}{R22 + RON} \cdot \frac{RIN4}{RIN3}$$

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 ~ 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 上观测到的噪声也就很大，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）

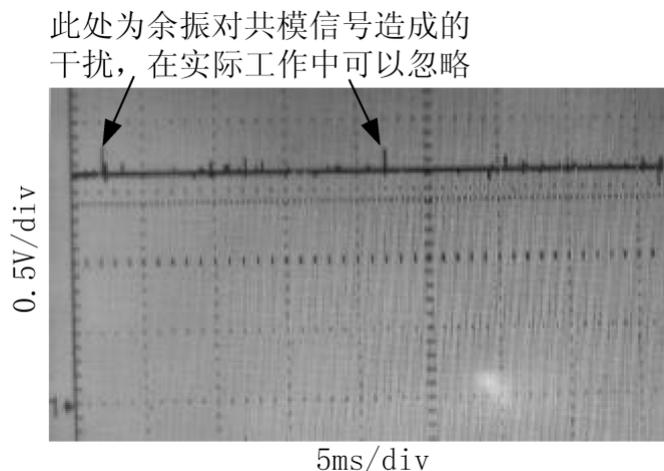


图9 VCOM1 波形图 (工作电压1.66V)

### 3.1.3 小信号布局布线

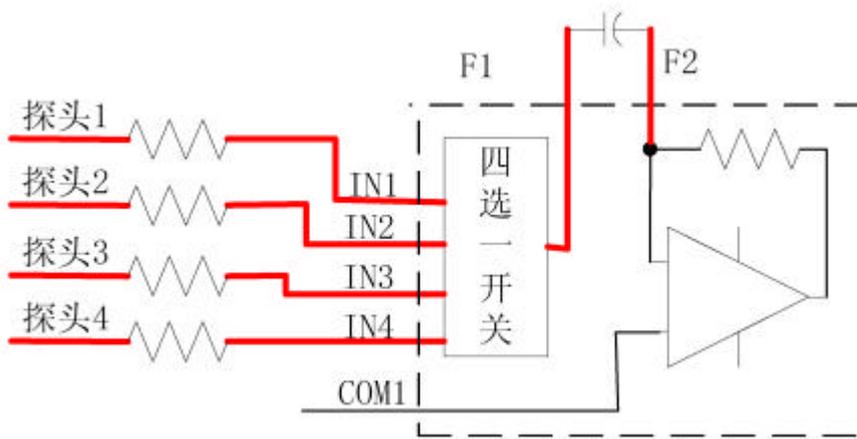


图10 小信号走线示意图

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，在经过了500 倍放大后，对余振进行处理，在F3 端输出。

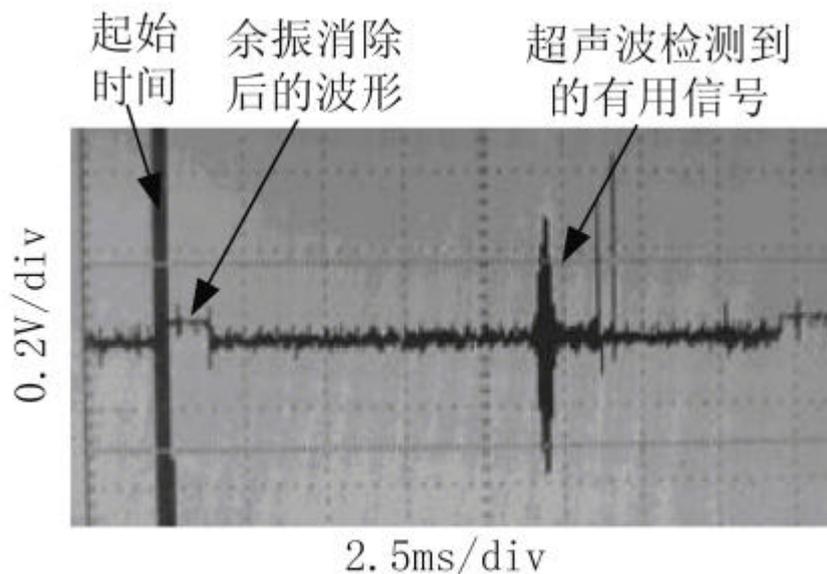


图11 测量远距离时F3 的波形 (直流偏置电压为1.7V)

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。如图12 所示，则表示余振没有完全消除。

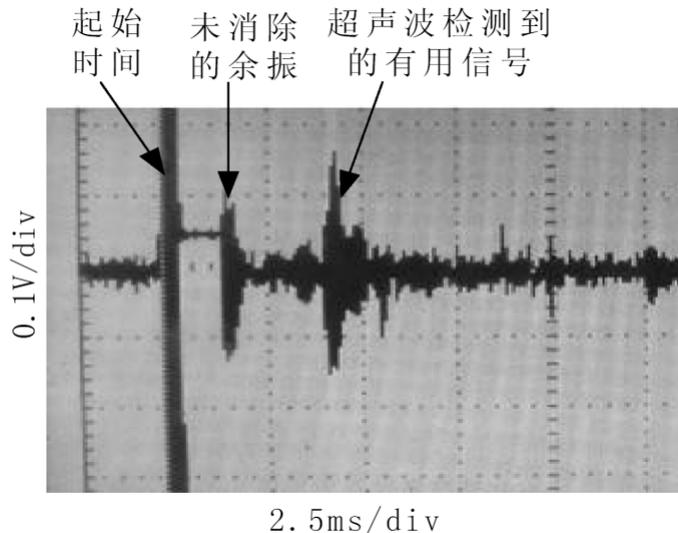


图12 没有完全消除余振的波形（直流偏置电压为1.7V）

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。

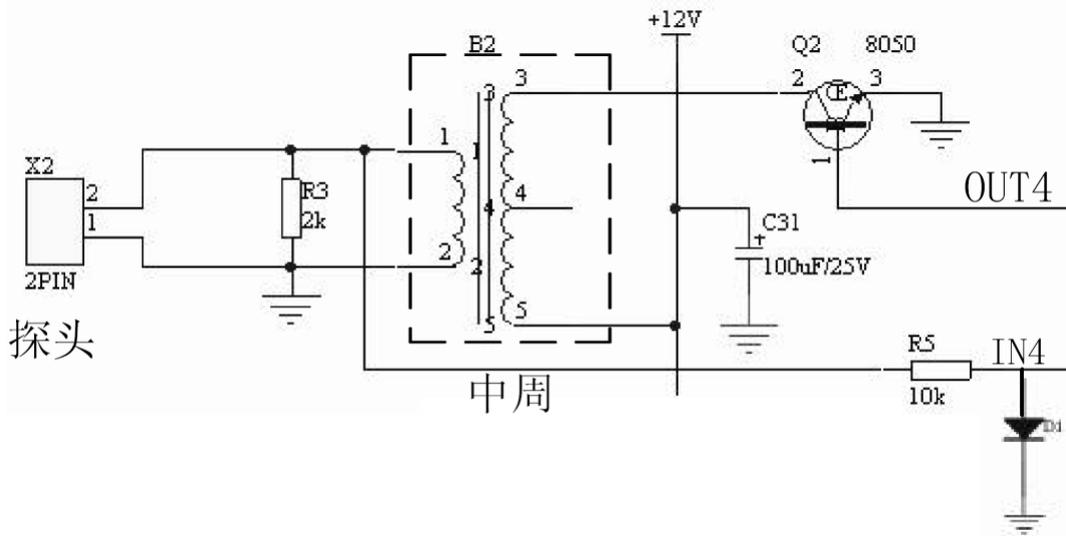


图13 消除余振的改进方法（以其中一路为例，其他三路相同）

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：

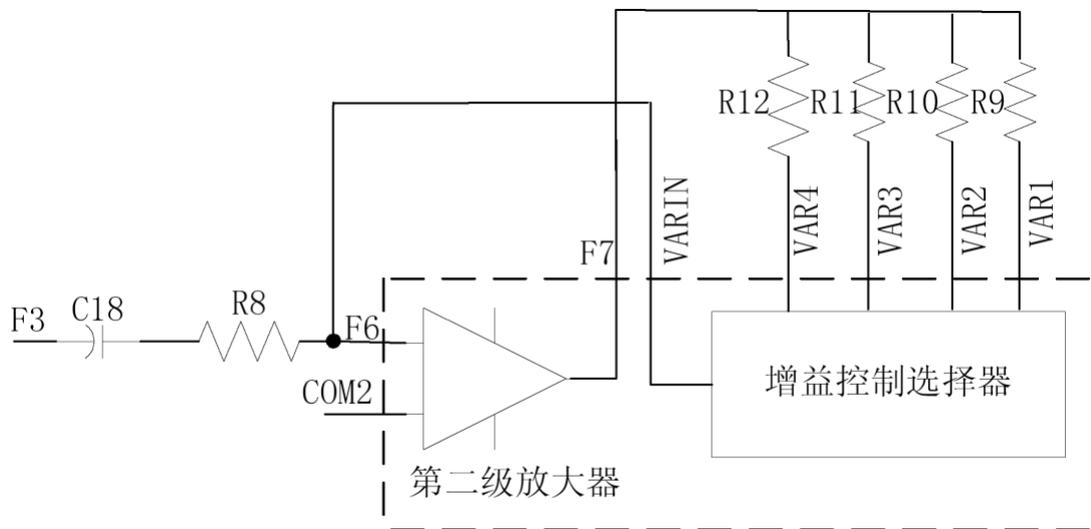


图14 第二级放大电路原理图

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。

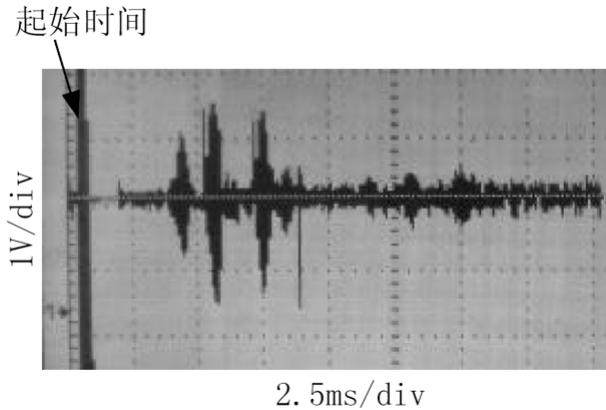


图15 近距离时F7 的波形图（直流偏置电压1.7V）

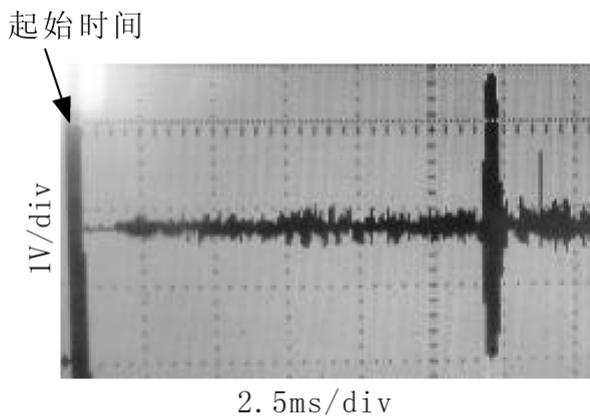


图16 远距离时F7 的波形图（直流偏置电压1.7V）

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：

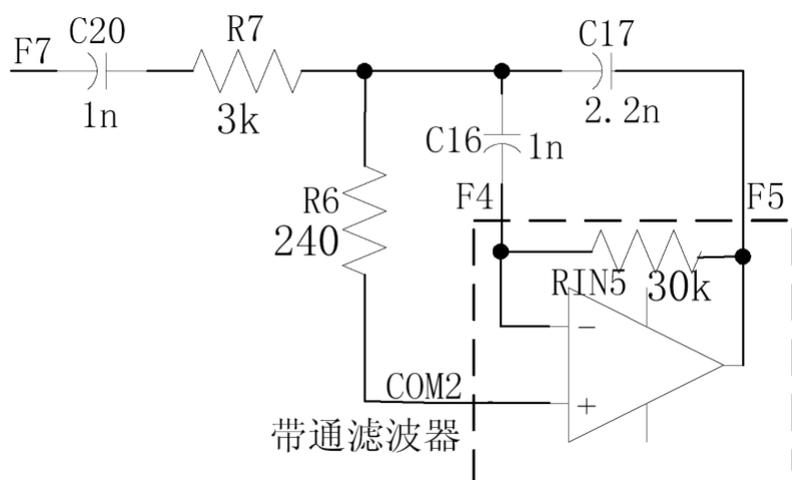


图17 带通滤波器电路图

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：

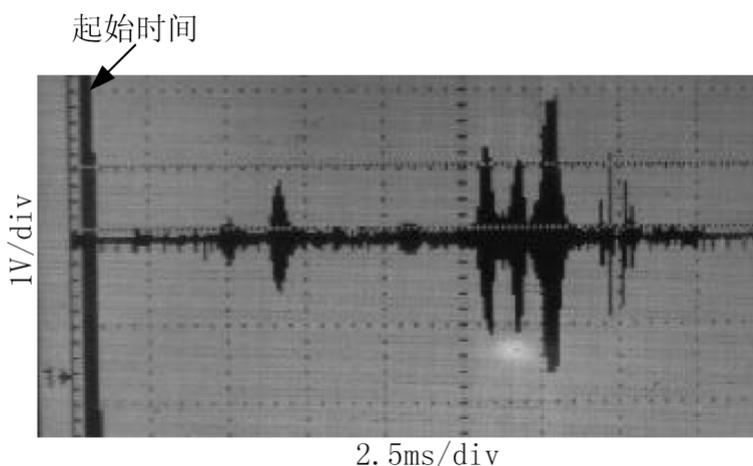


图18 F5 波形图

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%，

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

C16 和C17 的精确度为  $\pm 5\%$

### 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：

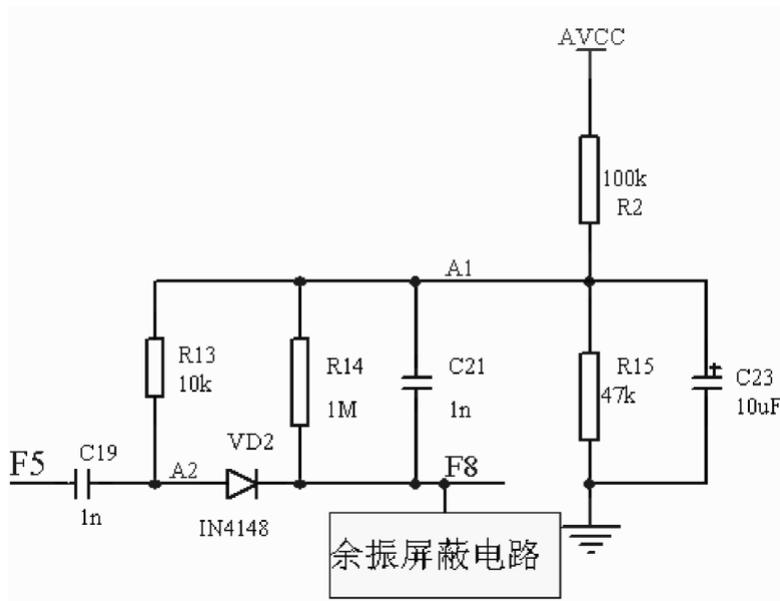


图19 峰值检测电路图

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。

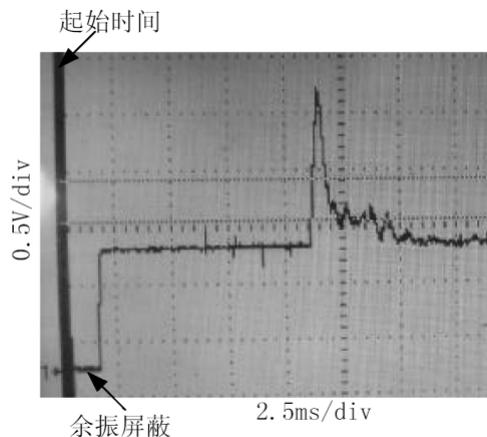


图20 远距离时F8 的波形图

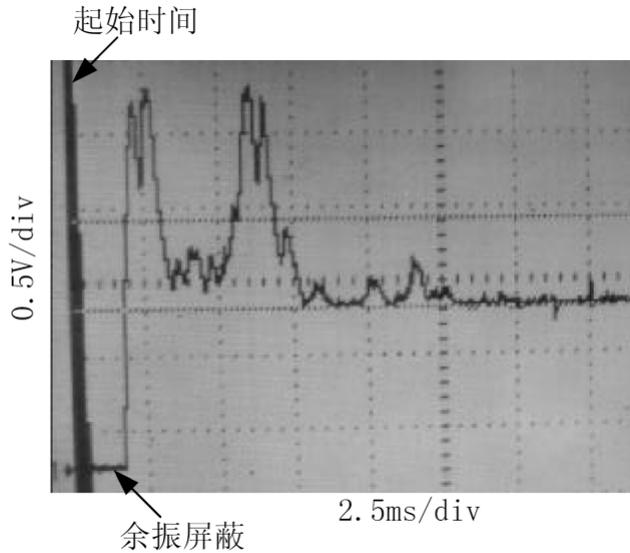


图21 近距离时F8 的波形图

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：

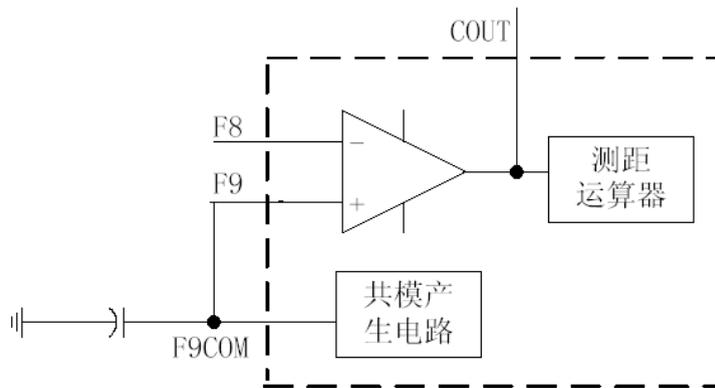


图22 比较器原理图

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。

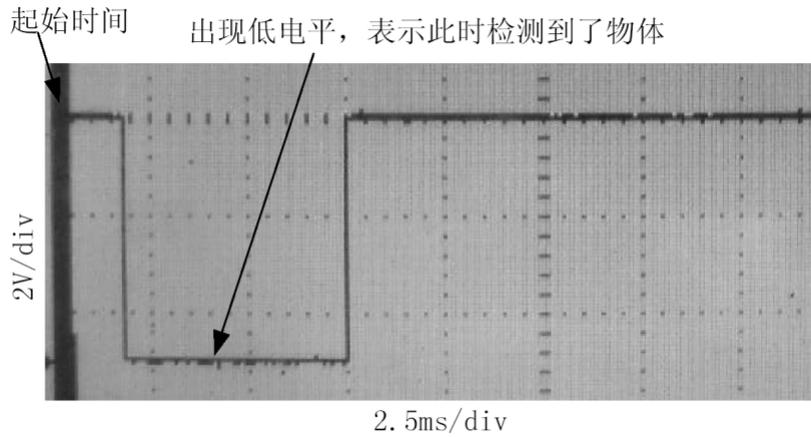


图23 COUT 波形图

## 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

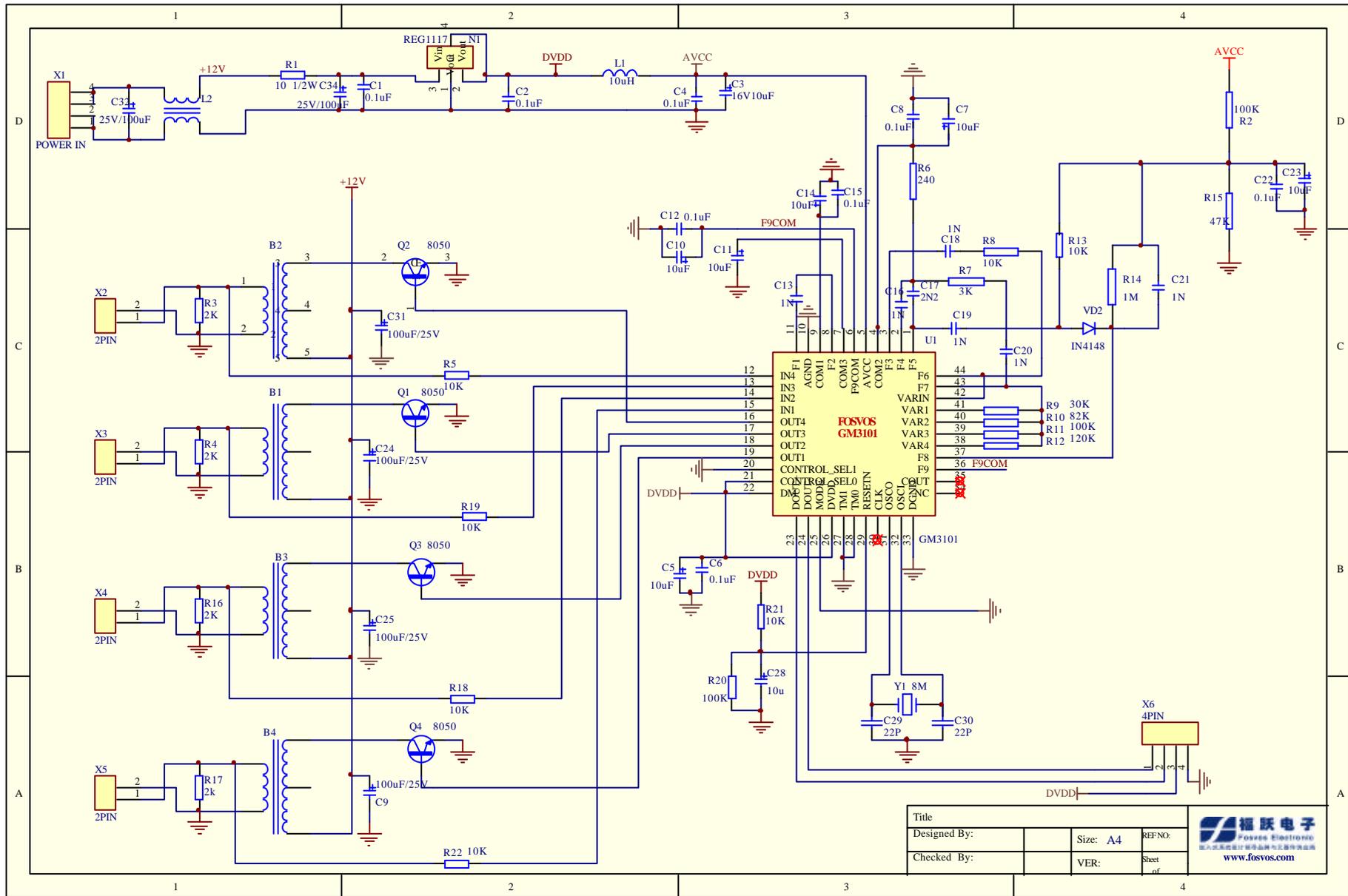


This specification are subject to be changed without notice. Any latest information please preview <http://www.fosvos.com>



## 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 C13 C16 C18	1N	0805	Capacitor	±5%	6	
C17	2N2	0805	Capacitor	±5%	1	
C30 C29	22P	0805	Capacitor	±5%	2	
C23 C7 C10 C5 C14 C11 C3 C28	10uF	1210E	Capacitor	±20%	8	
C32 C34 C9 C24 C25 C31	100uF/25V	C0.2	Capacitor	±20%	6	
C6 C12 C22 C2 C4 C1 C8 C15	0.1uF	0805	Capacitor	±20%	8	
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 探头	SIP4			1 4	



Title			
Designed By:		Size: A4	REFNO:
Checked By:		VER:	Sheet of

