

SPECIFICATION

产品硬件规格书

名称: 智能语音控制主板

型号: ST FAN-V2.0

日期: 2017-11-13

Approved by SMATEK		
Checked by 审核	Rechecked by 复 审	Approved by 批准
Louis		

Add: Room813-815,Baoyuan Huafeng Headquarter Building,XiXiang Road,
Bao'an District,Shenzhen,China.
Tel: 0086-755-26415200
Fax: 0086-755-26065261

版本

版本号	修改内容	修改人	时间	备注
V1.0	初始版本	Louis	2017-11-9	
V1.1	第一次修改	Louis	2017-11-13	

目录

一、概述.....	4
1.1 适用范围.....	4
1.2 系统功能框图.....	4
1.3 PCB 尺寸外观.....	5
二、电气特性.....	6
三、硬件接口特性.....	7
3.1 控制主板串口及电源接口.....	7
3.2 控制主板麦克风同麦克风板接口.....	7
3.3 控制主板喇叭接口.....	8
四、硬件电路概要.....	9
4.1 麦克风阵列板.....	9
4.2 控制主板供电电路.....	10
4.3 控制主板电源系统 PMU.....	10
4.4 控制主板功放电路.....	11
4.5 控制主板语音处理硬件框图.....	13
4.6 语音采集 ADC 电路.....	13
4.7 控制主板 USB-OTG 电路.....	14
4.8 控制主板串口电路.....	15
4.9 控制主板 WiFi/BT 电路.....	16

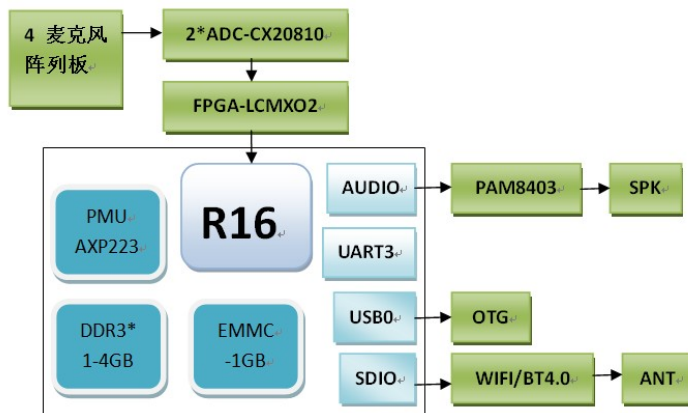
一、概述

智能语音控制板是定制的一款用于控制风扇产品的智能语音控制板，硬件上主要包含 4MIC 语音输入，3W 功放输出，全志 R16 系统，麦克风阵列等，该控制板具有语音控制风扇风速，风种类，角度等，同时语音部分搭载科大讯飞 AIUI 人机智能语音交互算法，能实现人机互动对话、讲故事、播音乐等功能。

1.1 适用范围

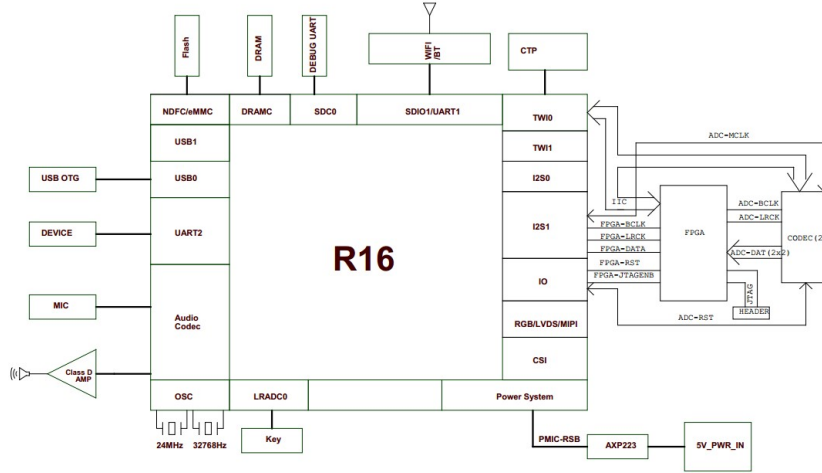
略

1.2 系统功能框图



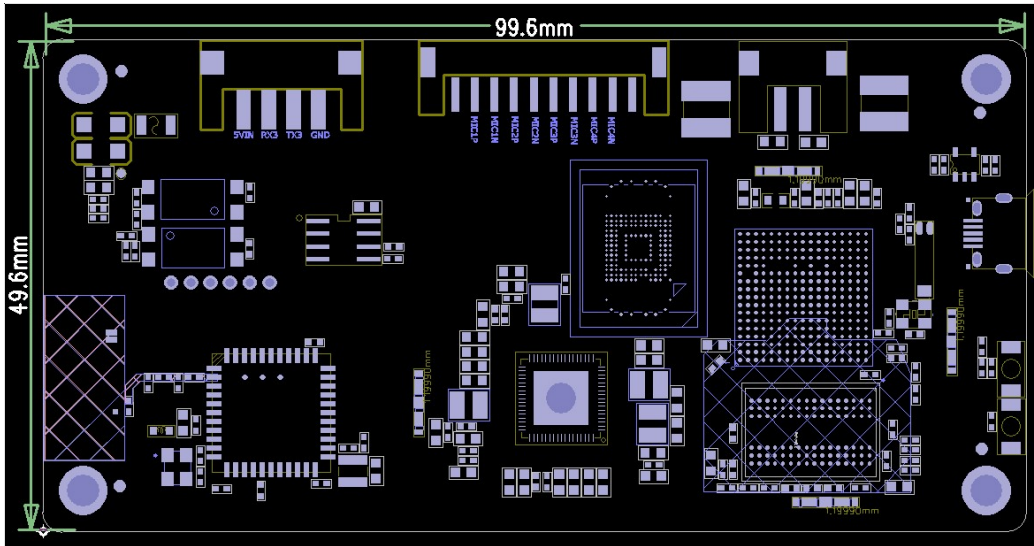
系统功能框图

BLOCK DIAGRAM

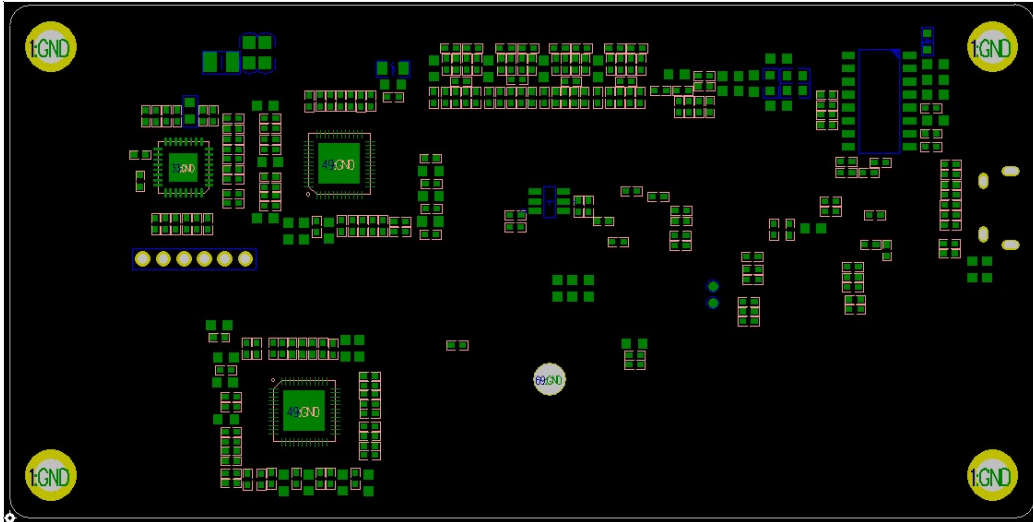


硬件原理图框图

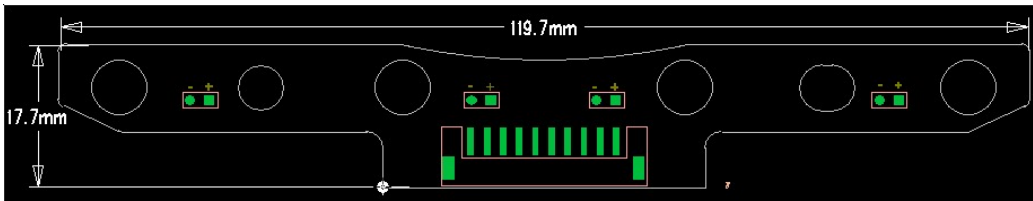
1.3 PCB 尺寸外观



图：主板 TOP



图：主板 BOTTOM



图：4 麦克风阵列板 BOTTOM

二、电气特性

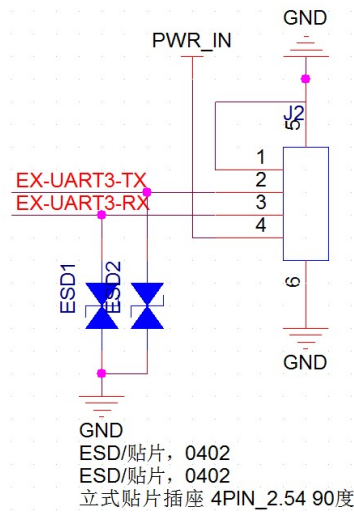
项目		最小	典型	最大
电源输入输出	PWR_IN	4.5V	5.0V	5.5V
	USBVBUS	4.5V	5.0V	5.5V
功耗 (DC5V)	工作电流	400mA	600mA	1500mA
	待机电流	\	\	\
	关机电流	\	\	\
IO 电平	IO H 电平	2.7V	3.0V	3.1V
	IO L 电平	0V	0V	0.7V
工作环境	相对湿度	30%	--	90%

	温度	-20℃	--	70℃
--	----	------	----	-----

三、硬件接口特性

3.1 控制主板串口及电源接口

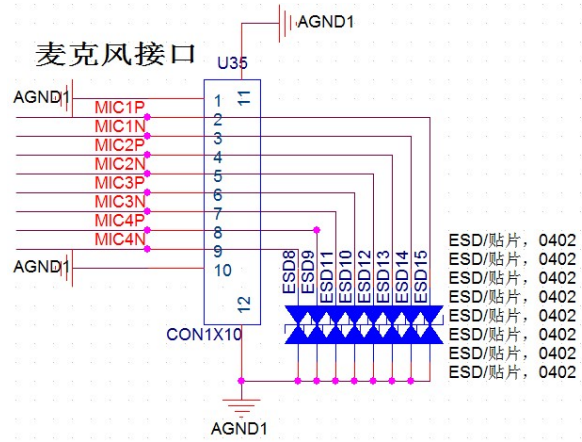
串口及电源输入接口如下图所示，电源接口是整个系统的电源供电接口，串口用于同外部风扇控制板通讯。



线序	PIN 脚定义	PIN 脚说明
1	GND	系统输入地
2	EX-UART3-TX	R16 串口 3TX 口
3	EX-UART3-RX	R16 串口 3RX 口
4	PWR_IN	系统电源输入 5V

3.2 控制主板麦克风同麦克风板接口

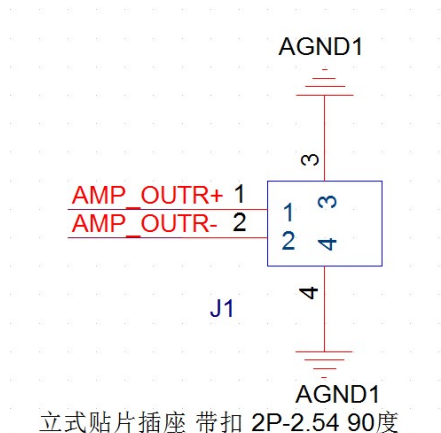
麦克风接口电路如下图所示。此接口用于同麦克风板相连(设计中采用 10P_2.0mm 排线相连)实现语音输入。



线序	PIN 脚定义	PIN 脚说明
1	AGND1	音频模拟地
2	MIC1P	MIC1 阳极
3	MIC1N	MIC1 阴极
4	MIC2P	MIC2 阳极
5	MIC2N	MIC2 阴极
6	MIC3P	MIC3 阳极
7	MIC3N	MIC3 阴极
8	MIC4P	MIC4 阳极
9	MIC4N	MIC4 阴极
10	AGND1	音频模拟地

3.3 控制主板喇叭接口

喇叭接口电路如下图所示，喇叭接口用于连接外部喇叭，以输出音频信号。



线序	PIN 脚定义	PIN 脚说明
1	AMP_OUTR+	功放输出右声道阳极
2	AMP_OUTR-	功放输出右声道阴极

四、硬件电路概要

4.1 麦克风阵列板

本控制板中麦克风阵列板原理图如下图所示，设计中将麦克风和控制主板分离，麦克风阵列板上只承载 4 个麦克风和连接控制主板的接口。麦克风作为整个系统的输入节点，其性能的好坏直接影响到后端的语音识别准确率，识别距离等体验效果，故此处麦克风的灵敏度及信噪比参数的选型及其重要，下图中为本控制板中麦克风的电气性能。

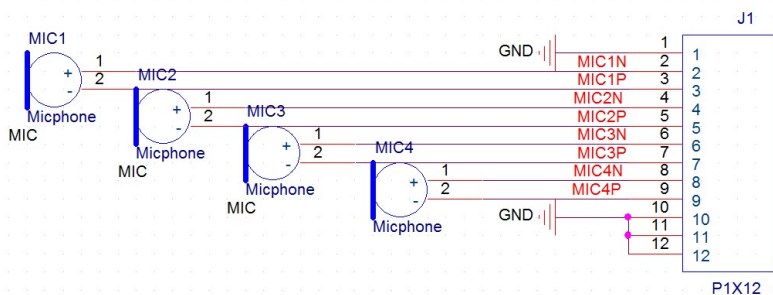


Table 3-1 Electrical Specifications

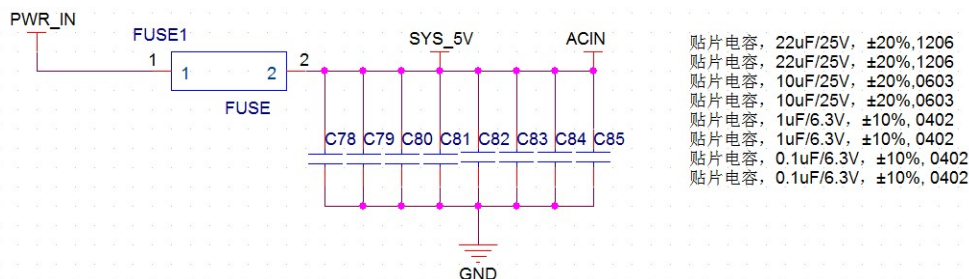
(Test Condition: +20°C ± 1,63%~67% RH, 86~106Kpa, Vs=2V, unless specified differently)

No.	Parameter	Symbol	Condition	Limits			Unit
				Min	Nom.	Max	
3.1	Sensitivity	S	f=1kHz, Pin=1Pa, 0dB=1V/Pa	-35	-32	-29	dB
3.2	Directivity			Omni-directional			
3.3	Output Impedance	ZOUT	f=1kHz			2.2	kΩ
3.4	Current Consumption	IDSS	RL=2.2kΩ, Vs=2.0V			500	μA
3.5	S/N Ratio	S/N	f=1kHz, Pin=1Pa, (A-Weighted)		74		dB
3.6	Operating Voltage			1.0	2.0	10	V
3.7	Sensitivity vs. Voltage	ΔS	Vs= 2.0V to 1.5V			3	dB
3.8	Total Harmonic Distortion	THD	94dB SPL at 1kHz			1	%
			110dB SPL at 1kHz			5	

麦克风电气性能

4.2 控制主板供电电路

本控制板中输入电源建议稳定在 $5.0V \pm 10\%$ （注:输入电源尽量保持 $5V \pm 10\%$ ，最小系统电源特性为 $3.8V \sim 6.3V$ ，但功放电源要求 $5.0V$ ，否则会影响功放输出功率），如下图为输入电源硬件原理图，外部电源经保险丝 FUSE1 后，分为功放电源 SYS_5V 和 PMU 系统电源 ACIN。

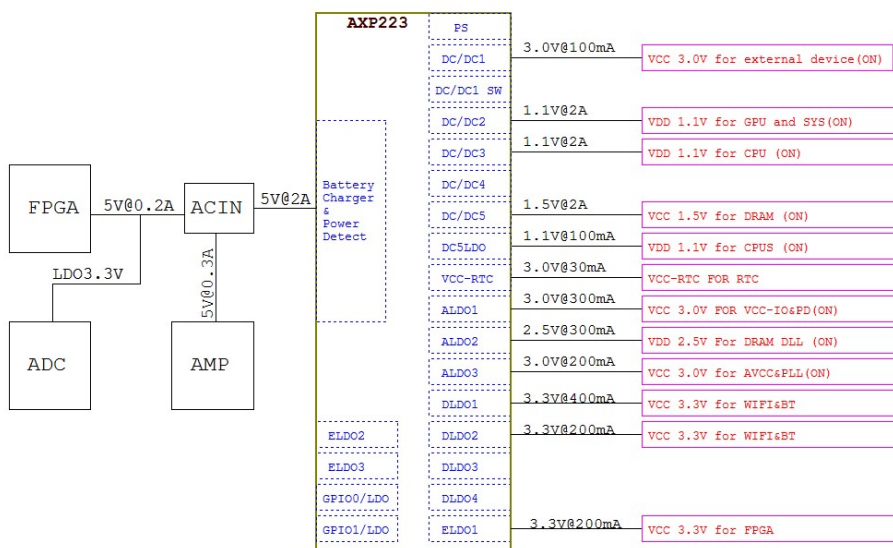


4.3 控制主板电源系统 PMU

本控制板中电源系统采用 AXP223 方案设计，AXP223 是一颗高度集成的电源管理芯片，其针对需要多路电源转换输出的应用提供简单易用的而又可以灵活配置的完整电源解决方案。其能同时支持 21 路电源输出，包含电压/电流/温度监测等多路 12 位 ADC，为稳定电源输出，AXP223 内部整合过/欠压、过流、过温等保护电路。下图为该芯片的部分电气性能说明。

参数	描述	控制条件	最小值	典型值	最大值	单位
ACIN						
V_{IN}	ACIN Input Voltage		3.8		6.3	V
I_{OUT}	V_{OUT} Current Available Before Loading BAT	400mV Voltage Drop		3000		mA
V_{UVLO}	ACIN Under Voltage Lockout			3.8		V
V_{OUT}	IPS™ Output Voltage		2.9		5.0	V
R_{ACIN}	Internal Ideal Resistance	PIN to PIN, ACIN to IPSOUT		120		mOhm
VBUS						
V_{IN}	VBUS Input Voltage		3.8		6.3	V
I_{OUT}	V_{OUT} Current Available Before Loading BAT	400mV Voltage Drop		500	900	mA
V_{UVLO}	VBUS Under Voltage Lockout			3.8		V
V_{OUT}	IPS™ Output Voltage		2.9		5.0	V
R_{VBUS}	Internal Ideal Resistance	PIN to PIN, VBUS to IPSOUT		170		mOhmΩ

下图是本控制板中 AXP223 系统电源树。



注：以上数据需重新测试更新

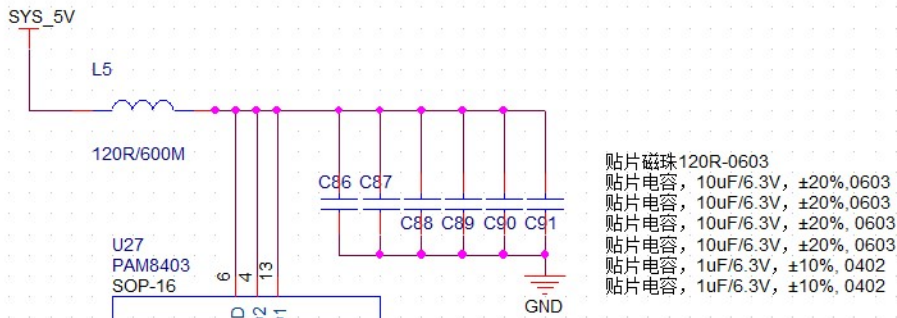
图：AXP223 系统电源树

4.4 控制主板功放电路

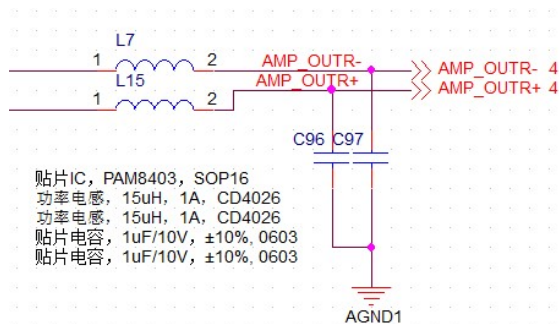
功放电路 IC 采用 PAM8403,8403 是一款输出功率 3W 的 D 类功放，其具有谐波失真低，噪声串扰小的特点使其对声音的重放得到较好的音质。下图是 PAM8403 电气性能说明。

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位	
V _{IN}	电源电压		2.5	--	5.5	V	
P _D	输出功率	THD+N=10%, f=1KHz, R _L =4 Ω	V _{DD} =5.0V	--	3.2	--	W
			V _{DD} =3.6V	--	1.6	--	
			V _{DD} =3.0V	--	1.3	--	
		THD+N=1%, f=1KHz, R _L =4 Ω	V _{DD} =5.0V	--	2.5	--	
			V _{DD} =3.6V	--	1.3	--	
			V _{DD} =3.0V	--	0.85	--	
		THD+N=10%, f=1KHz, R _L =8 Ω	V _{DD} =5.0V	--	1.8	--	
			V _{DD} =3.6V	--	0.9	--	
			V _{DD} =3.0V	--	0.6	--	
		THD+N=1%, f=1KHz, R _L =8 Ω	V _{DD} =5.0V	--	1.4	--	
			V _{DD} =3.6V	--	0.72	--	
			V _{DD} =3.0V	--	0.45	--	
THD+N	总谐波失真+噪声	V _{DD} =5.0V, P _O =0.5W, R _L =8 Ω	f=1KHz	--	0.15	--	%
		V _{DD} =3.6V, P _O =0.5W, R _L =8 Ω		--	0.11	--	
		V _{DD} =5.0V, P _O =1W, R _L =4 Ω	f=1KHz	--	0.15	--	
		V _{DD} =3.6V, P _O =1W, R _L =4 Ω		--	0.11	--	
G _V	增益		--	24	--	dB	
PSRR	电源纹波抑制比	V _{DD} =5.0V, Inputs ac-grounded with C _{IN} =0.47uF	f=1KHz	--	-59	--	dB
C _S	通道隔离度	V _{DD} =5V, P _O =0.5W, R _L =8 Ω, G _V =20dB	f=1KHz	--	-95	--	dB
SNR	信号噪声比	V _{DD} =5V, V _{rms} =1V, G _V =20dB	f=1KHz	--	80	--	dB
V _n	输出噪声	V _{DD} =5.0V, Inputs ac-grounded with C _{IN} =0.47uF	A-weighting	--	100	--	uV
			No A-weighting	--	150	--	
Dyn	动态范围	V _{DD} =5.0V, THD=1%	f=1KHz	--	90	--	dB
η	效率	R _L =8 Ω, THD=10%	f=1KHz	--	87	--	%
		R _L =4 Ω, THD=10%		--	83	--	
I _Q	静态电流	V _{DD} =5.0V	No load	--	16	--	mA
		V _{DD} =3.6V		--	10	--	
		V _{DD} =3.0V		--	8	--	

下图是本产品功放硬件电路设计电源输入端，在输入端并联了较多的旁路电容，功放在从关闭模式启动或复位时，旁路电容决定了放大器开启的速度，同时能有效减少电源与输出驱动信号耦合制造的噪声，增大旁路电容可以减小电源开启/关闭时进入和离开关闭模式时的滴答声和噼噗声。

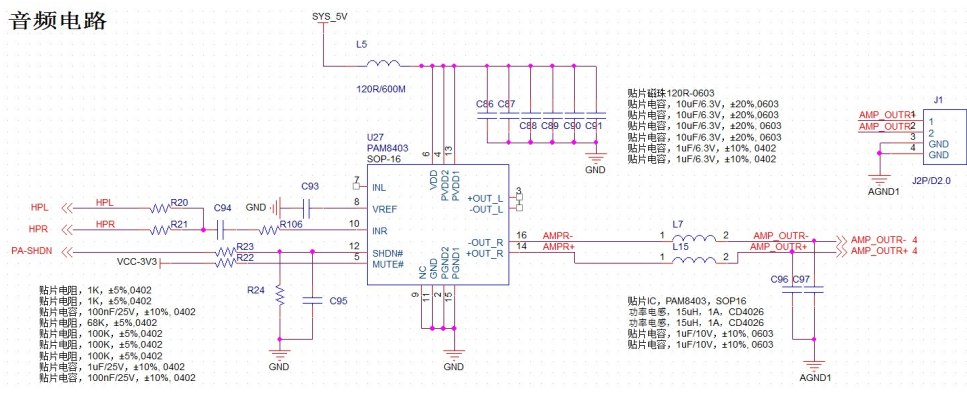


在电源端加一个 1000uF 的耦合电容，能有效减小电磁辐射，前提是放大器到扬声器的距离小于 (<20CM)。下图是功放输出端电路，考虑到 8403 是 D 类功放，此处增加的滤波器能有效减小 1MHz 及以上的电磁辐射。



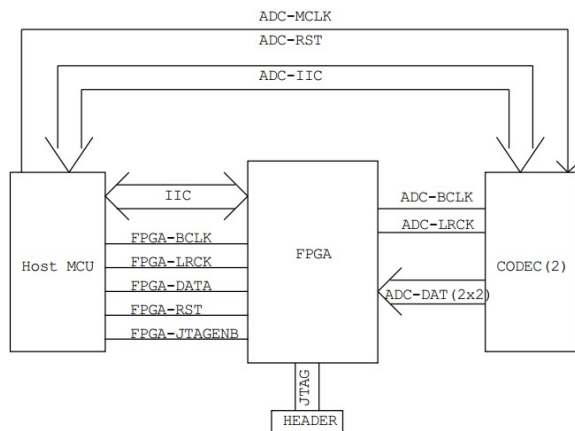
整个功放硬件原理图设计如下图所示

音频电路



4.5 控制主板语音处理硬件框图

语音硬件部分直接使用科大讯飞定制的 FPGA 芯片 LCMXO2-256HC 搭载语音算法，相比之下采用 FPGA 能实现更灵活的定制化，进一步提升语音识别算法的效率和性能。如下图是该部分原理框图。

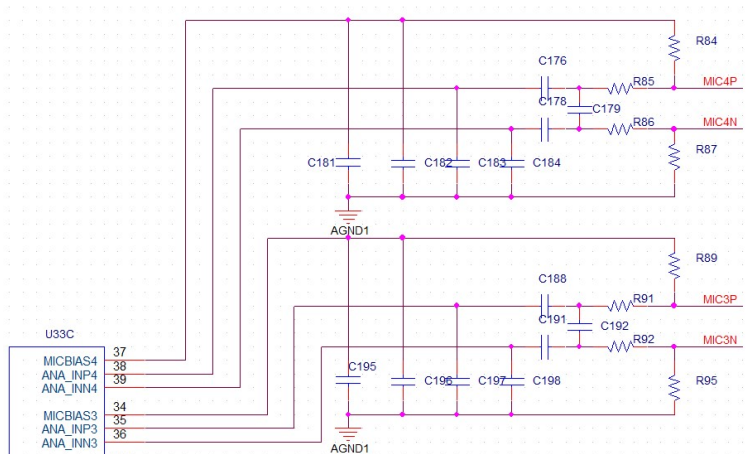


4.6 语音采集 ADC 电路

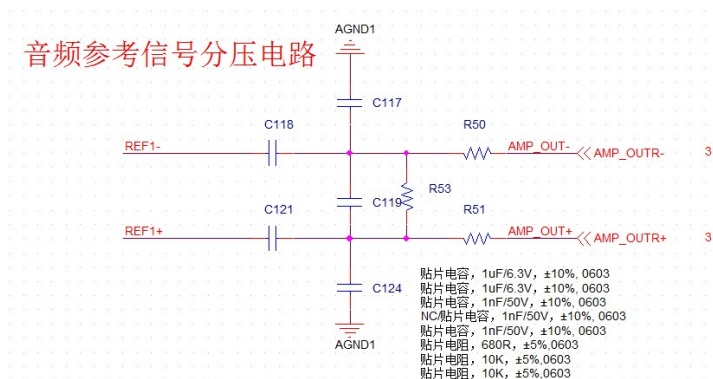
由麦克风采集到的声电信号是模拟信号，需转换为数字信号才能对语音信息进行处理和识别。本控制板中 ADC 转换 IC 采用 CX20810，该 IC 是一颗高性能模拟前

端、高清晰度语音集成 IC，其有四路同步 ADC 转换器及可编程的前馈放大器，应用于语音识别、控制和会议等场景。

本控制板中使用 2 枚 CX20810，一片用于采集转换 4MIC 输入的声电信号，另一片用于采集功放输出声电信号，用以消除回声效应。如下图所示是 CX20810 同 MIC4 及 MIC3 连接电路图。



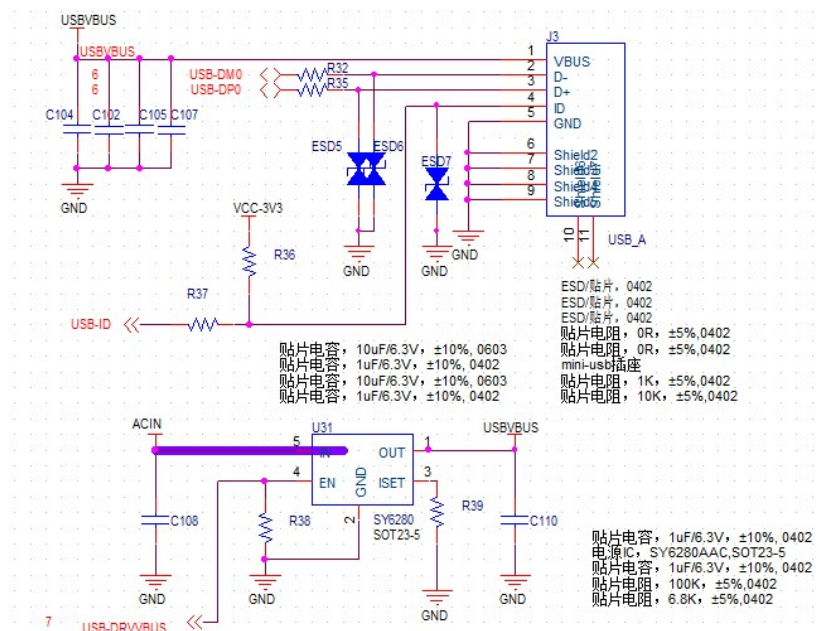
下图为音频输出给 CX20810 的参考分压电路。



4.7 控制主板 USB-OTG 电路

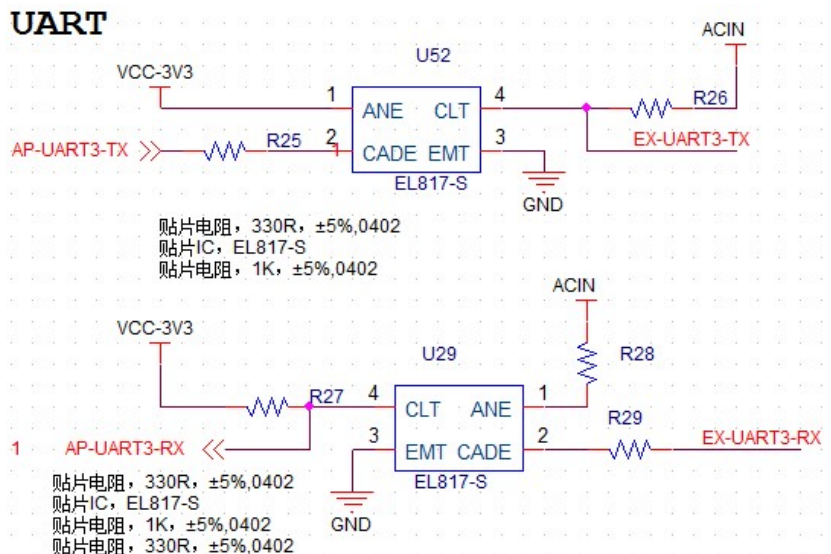
下图所示为系统调试烧录接口硬件电路设计，按图中设计方式可以支持 OTG 功能，ESD5，ESD6，ESD7 为静电保护管，ESD 要求结电容小于 5PF，U31 是 USB 向外供电的保护和开关。

USB-for-Uboot



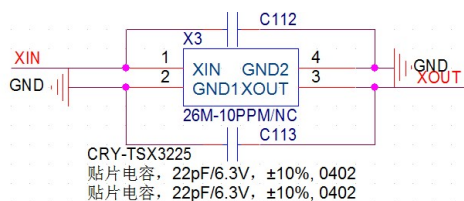
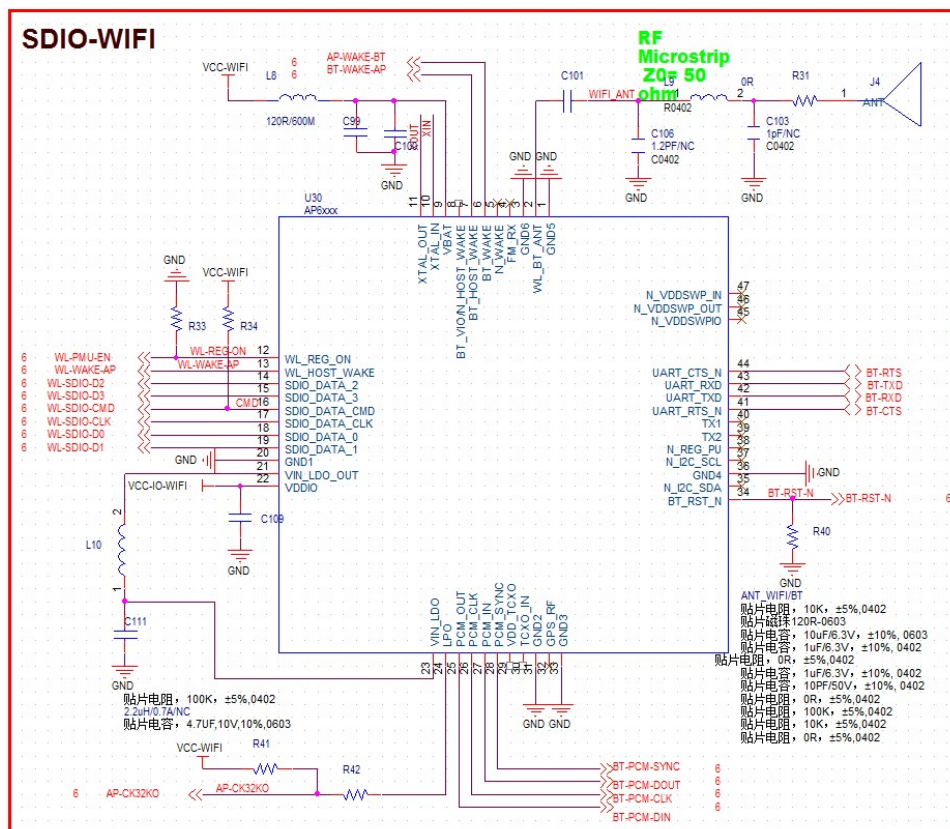
4.8 控制主板串口电路

串口硬件电路设计图纸如下图所示。串口使用 R16 芯片中的串口 3，设计中采用 EL817 光耦将外设与主芯片隔离，能有效抑制外设带给控制板的干扰。



4.9 控制主板 WiFi/BT 电路

本控制板 WiFi 硬件电路设计采用 AP6212 模块集成。该模块支持 WiFi IEEE 802.11 b/g/n 标准，集成 BT4.0+FM。WiFi 通信接口采用 SDIO 接口，BT4.0 和 FM 采用 UART/I2S/PCM 接口。详细原理图设计如下图所示：



下图为本设计中部分 WiFi 射频性能测试数据示例。

TX test Item	802.11n (HT20_MCS7)			Standard
	Ch1	Ch7	Ch13	
TX power (dBm)	14.54	13.84	13.90	14 ± 1.5
TX EVM (dB)	-32.96	-32.50	-32.95	≤ -28
RX Sensitivity (dBm)	-66	-64	-69	-68
Frep Offset (ppm)	-5.72	-6.80	-6.95	± 10