

|



**SPHE8288T**  
**车机方案 Design Guide**

*V2.1 – July 4, 2014*

19, Innovation First Road • Science Park • Hsin-Chu • Taiwan 300 • R.O.C.

Tel: 886-3-578-6005 Fax: 886-3-578-4418 Web: [www.sunplus.com](http://www.sunplus.com)

### **Important Notice**

SUNPLUS TECHNOLOGY CO. reserves the right to change this documentation without prior notice. Information provided by SUNPLUS TECHNOLOGY CO. is believed to be accurate and reliable. However, SUNPLUS TECHNOLOGY CO. makes no warranty for any errors which may appear in this document. Contact SUNPLUS TECHNOLOGY CO. to obtain the latest version of device specifications before placing your order. No responsibility is assumed by SUNPLUS TECHNOLOGY CO. for any infringement of patent or other rights of third parties which may result from its use. In addition, SUNPLUS products are not authorized for use as critical components in life support systems or aviation systems, where a malfunction or failure of the product may reasonably be expected to result in significant injury to the user, without the express written approval of Sunplus.

Confidential

Sunplus

## Revision History

Revision	Date	By	Remark	Page Number(s)
V1.0	2013/11/28	cheng.liu	First.	20
V2.0	2014/2/13	cheng.liu	1.增加了 IC surface temperature data (见 3.3 节)。	22
			2.增加了 Audio Out 外围 OP 放大电路的说明 (见 2.2 节第 5 点: Video&Audio 模块)。	
			3.修改了 Support application 描述 (见 1.2 节)。	
			4.修改了 Card Reader 的描述 (见 2.2 节第 3 点: Card 模块)。	
		5.修改了 SAR ADC 的描述 (见 2.2 节第 6 点)。		
		6.增加了 GPIO 口的描述 (见 2.2 节第 8 点)。		
		7.修改了 RGB888/CCIR656 的描述(见 2.2 节第 11 点)。		
V2.0	2014/2/13	Xudiyou	1.修改了 Servo 模块设计要点部分 (见 2.2 节第 1 点)。	26
			2.修改了 Servo 信号 PUHRF 等的 layout 描述 (见 2.3 节第 9 点)。	
			3.增加 Servo RFGND 的 layout 要点 (见 2.3 节第 12 点)。	
V2.1	2014/7/4	Jianchun.li	1.复位电路增加时序图。(见 2.1.6 节)。	29
			2.伺服部分增加使用铝电解部分。(见 2.2.1 节)。	
			3.1.25V 增加使用 LDO 的注意事项 (见 2.1.1 节)。	
			4.增加 Audio ADC、Video ADC、SAR ADC 的输入电压范围数据 (见 2.5)。	

# Table of Content

## 目录

SPHE8288T.....	1
车机方案 Design Guide .....	1
<b>1 System Overview.....</b>	<b>3</b>
1.1 System Block Diagram .....	3
1.2 Support Application .....	3
<b>2 DSN&amp;PCB 设计要点 .....</b>	<b>4</b>
2.1 SPHE8288T 最小系统 .....	4
2.2 模块设计要点 .....	7
2.3 PCB Layout 要点 .....	20
2.4 EMI 干扰源及对策.....	27
<b>3 Power Consumption .....</b>	<b>28</b>
3.1 IC Power Consumption .....	28
3.2 Demo Board Power Consumption.....	28
3.3 Demo Board IC Surface Temperature .....	29

# 1 System Overview

## 1.1 System Block Diagram

SPHE8288T IC 专为 2-DIN 车机方案设计，其功能架构图如下：

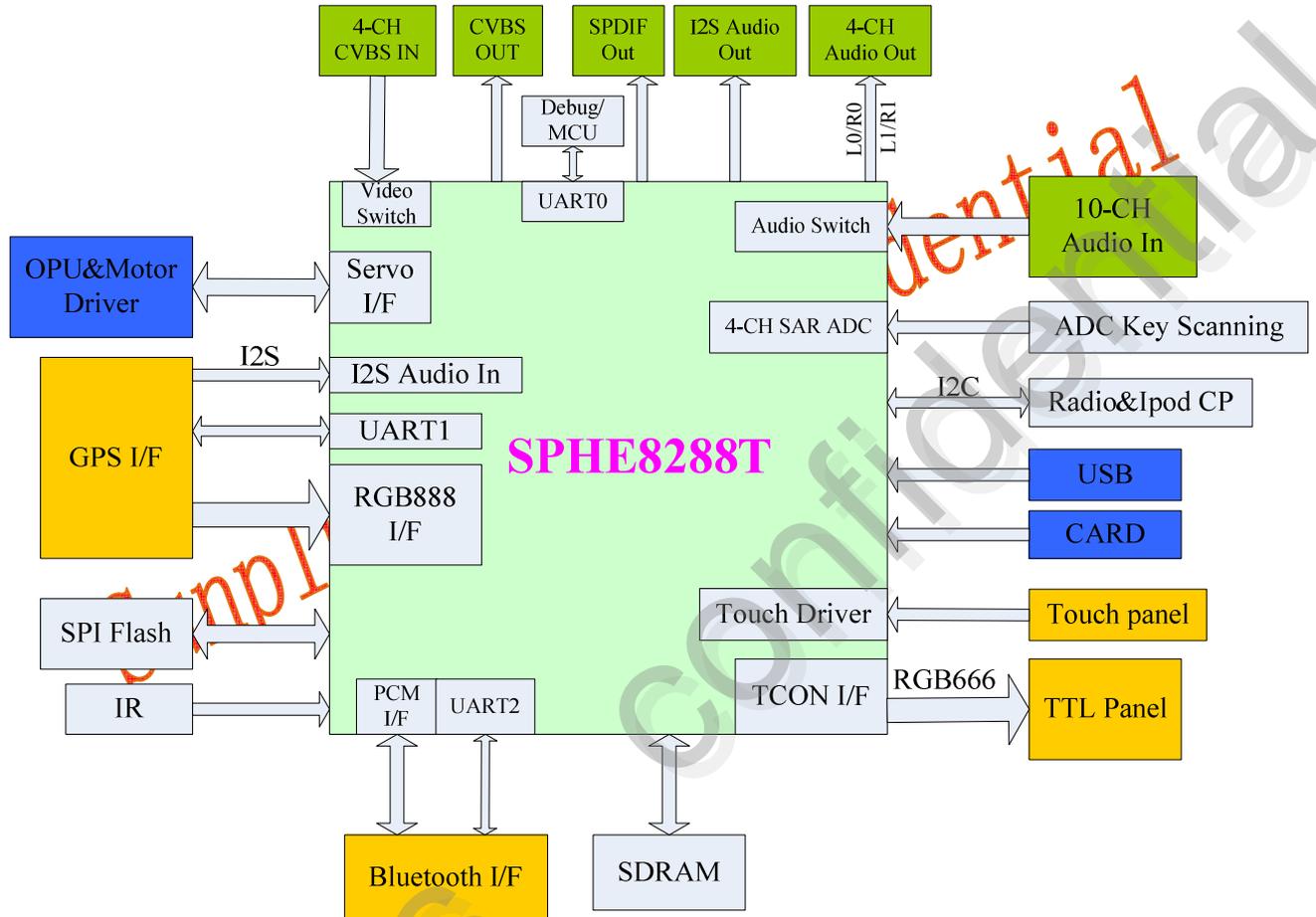


Figure1-1 SPHE8288T 功能构架图

## 1.2 Support Application

SPHE8288T IC 具体支持以下功能：

1. Disc (CD/DVD)、USB 2.0 (High Speed)、3-IN-1 Card 功能；
2. RGB888/RGB565/RGB666 IN for GPS I/F；
3. 支持 CCIR656 IN；
4. 支持 Bluetooth HCI UART I/F+PCM I/F；
5. 内置 TCON I/F，可驱动 RGB666 HVD (Hsync、Vsync、DE) Mode TTL panel，支持 800\*480/800\*600/1024\*600 分辨率输出；
6. 内置 Touch driver (X+/Y+/X-/Y-) for resistor touch panel；
7. 内置 Video switch(4-to-1)，可支持四路 CVBS IN for AV/TV/Rear Camera CVBS IN；

- 8.支持一路 CVBS out;
- 9.内置 Audio switch (5-to-1), 可支持五组 Analog stereo audio in for AV/AUX/TV/Radio audio in;
- 10.支持 4-CH Analog Audio out;
- 11.支持 Digital audio I2S IN I/F、I2S OUT I/F (for 5.1CH out) 及 SPDIF in/out;
- 12.支持四路 SAR ADC 采样 for scanning key, 支持 IR 遥控输入;
- 13.支持硬件 I2C 接口, 可实现外挂 Radio (FM/AM) 模块的收音、IPOD USB 功能 (CP 认证);
- 14.支持 3 组 UART 口, 可与 GPS 模组、BT 模组及 MCU 等实现通讯连接;
- 15.支持 RMVB 720P 硬件解码。

## 2DSN&PCB 设计要点

### 2.1 SPHE8288T 最小系统

SPHE8288T 最小系统是指 IC 能正常跑起来的最小工作系统 (正常跑起来后可以通过 UART 口来 Debug), 它由外围供电电源、晶振、SDRAM、SPI Flash、Reset、HW Config 及自身组成; 要让系统能正常开机, 必须满足以下条件。

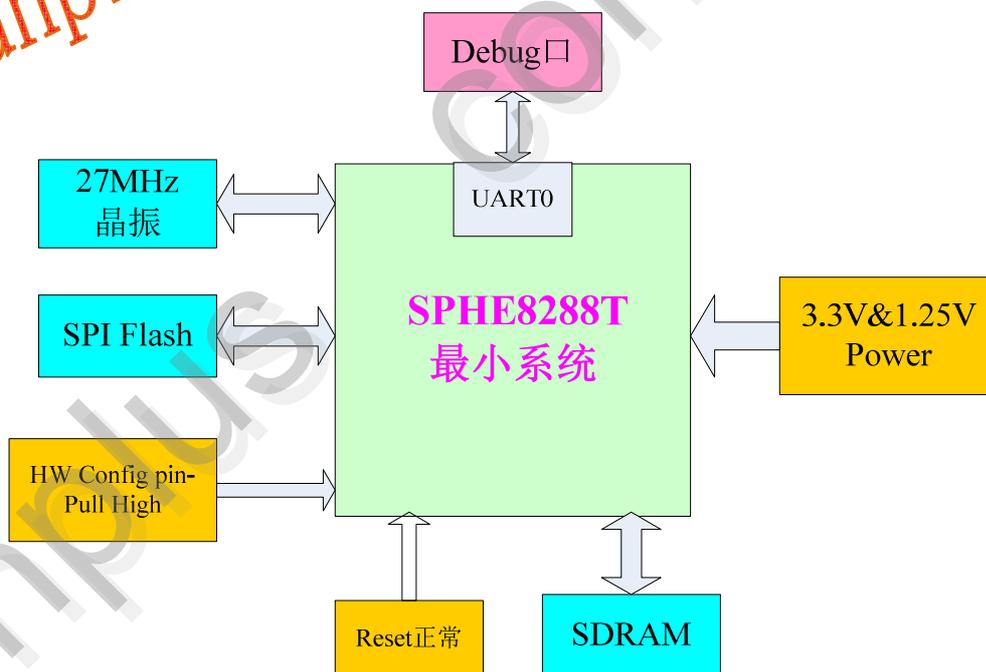


Figure2-1 SPHE8288T 最小系统图

#### 1) 供电电源

SPHE8288T 需要同时采用 3.3V、1.25V 两种电源供电, 偏差范围在 $\pm 5\%$ 以内; 同时为了保证良好的音视频指标, 以及 IC 在恶劣环境下 (如极限环境温度、电磁噪声环境等) 仍能正常的工作, 3.3V 与 1.25V 建议使用 DC-DC 供电, 如果采用两路 LDO 供电, 请注意高温下 LDO 的稳定性, 1.25V 用一个  $4.3\Omega/2W$  电阻减低 LDO 压降, 提高 LDO 在高温环境下的稳定性, 电源纹波建议控制在 100mV 以

内。

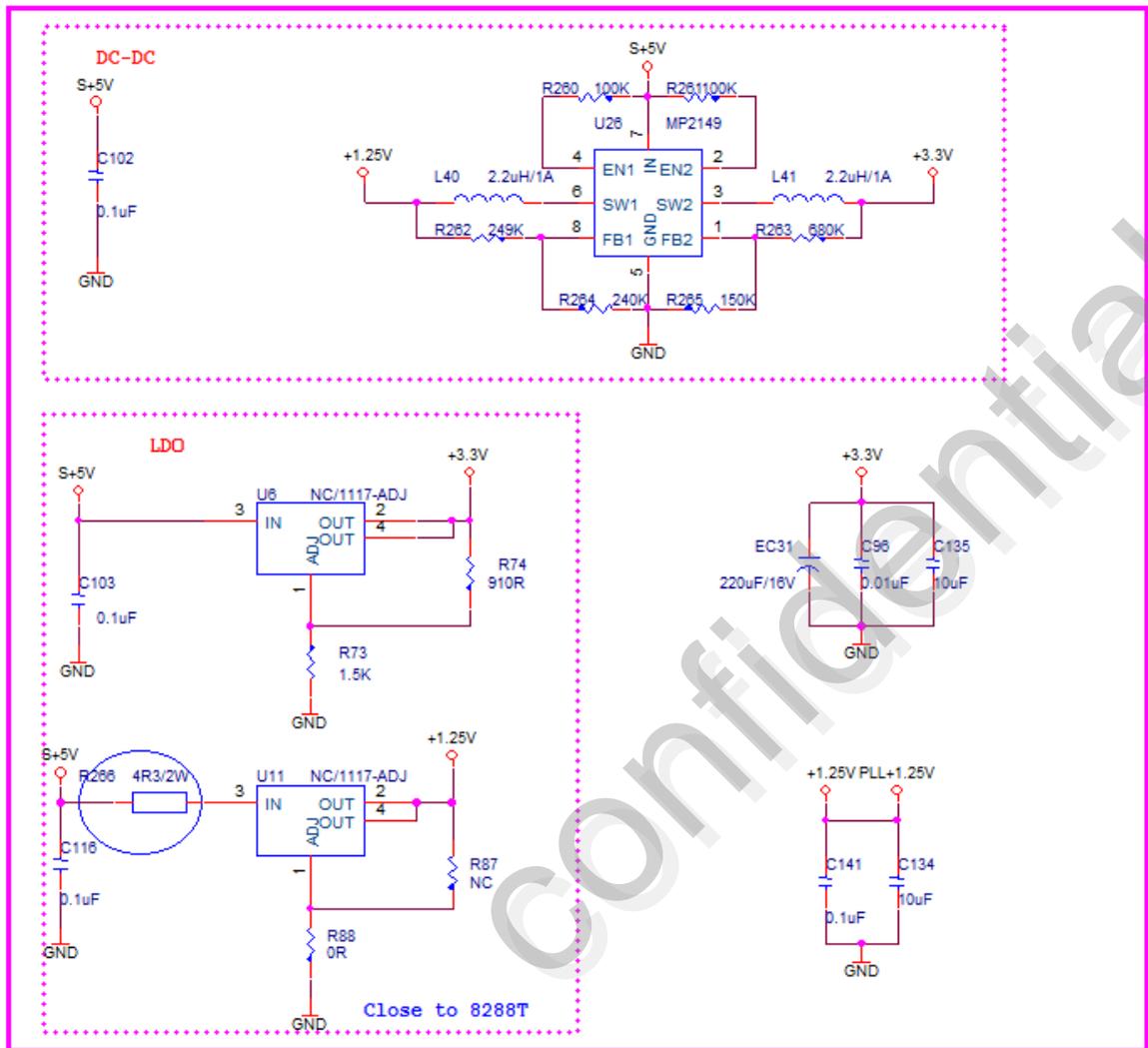


Figure2-1-1 3.3V&1.25V 电源线路图

2) 27MHz 晶振

系统所需的晶振频率为 27MHz，精度 $\pm 20\text{ppm}$  以内，落地电容容值可以在 22pF-33pF 之间微调以降低频偏 ( $\pm 20\text{ppm}$  以内)。

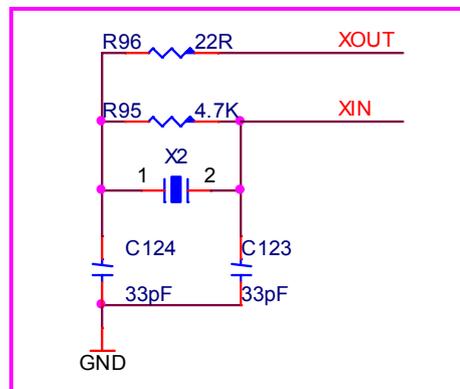


Figure2-1-2 27M 晶振线路图

### 3) SPI Flash

SPI Flash 外围电路如下，所有信号 pin 都需要上拉，除了 SPI\_CLK 上拉 3.3K 电阻至 3.3V 以外，其余 pin 脚 SPI\_CE、SPI\_D0、SPI\_D1、SPI\_WP、SPI\_HOLD 都需要上拉 10K 电阻至 3.3V；注意上拉电阻值不建议作其他修改。

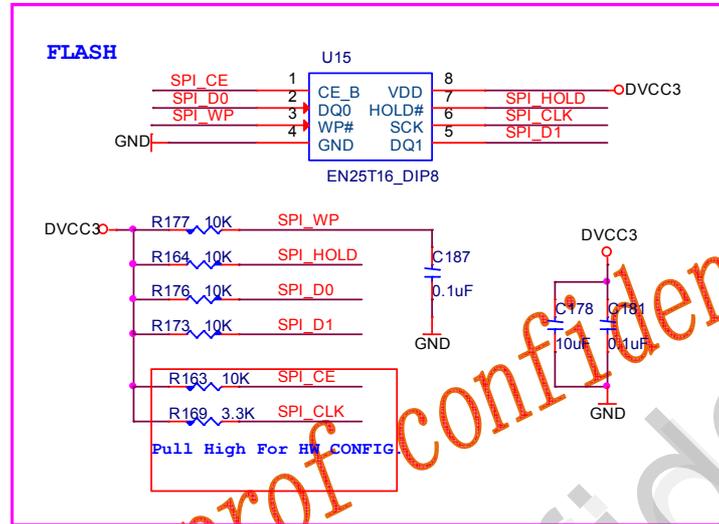


Figure2-1-3 SPI FLASH 线路图

### 4) SDRAM

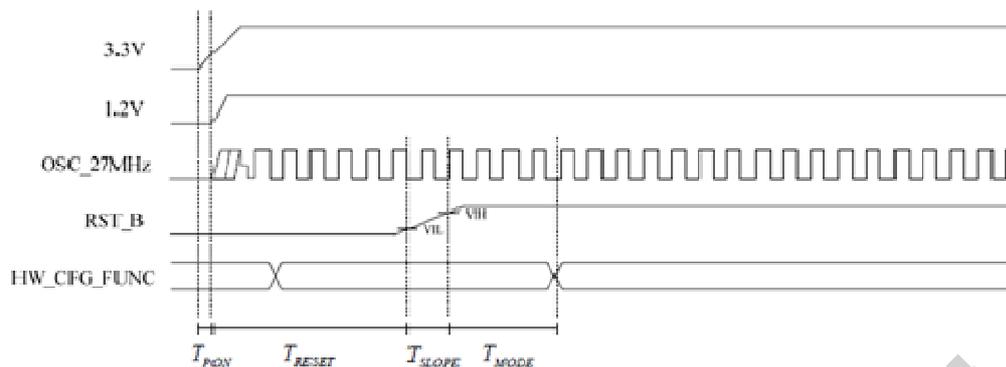
系统可支持 64Mbit—256Mbit 容量大小的 SDRAM IC，系统默认选择 128Mbit 容量 SDRAM IC，同时 SDRAM IC 的最大工作速度建议选择 166MHz 以上的规格，具体规格请根据实际需求选择。

### 5) HW Config

SPHE8288T 的 HW Config Pin 为 Pin210、Pin213、Pin215，在 SPHE8288T 上电 Reset 的整个过程及 Reset 完成后的 10ms 以内，它们必须都为高电平，以保证 IC 进入正常的运行模式，具体可以将 Pin210、Pin213 上拉 10K 电阻至 3.3V，而 Pin215 上拉 3.3K 电阻至 3.3V。注意 Pin213、Pin215 的上拉设计会分别在 SPI Flash 的 SPI\_CE、SPI\_CLK 上做上拉，所以不再需要另外设计。

### 6) RESET

为了保证 IC 被稳定可靠的复位，从系统 3.3V 电源上升到 3.3V 电压开始，到 IC reset pin 电压上升到 0.8V 之间的时间间隔  $T_{RESET}$ ，需保证大于或者等于 15ms 的时间。同时复位信号的  $T_{SLOPE}$  请确实在 5ms 以内，否则会导致系统不开机。8288T IC 的 power on sequence 如下：



Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Units
I/O and Core power ramp up time interval	$T_{PON}$	-	-	2	ms
System reset debounce time	$T_{RESET}$	15	-	-	ms
Operation mode configure time	$T_{MODE}$	12	-	-	us
System reset transition time	$T_{SLOPE}$	-	-	5	ms
Input Low Voltage	VIL	-0.3	-	0.8	V
Input High Voltage	VIH	2	-	5.5	V

Figure2-1-6 SPHE8288T 系统 RESET 时序要求

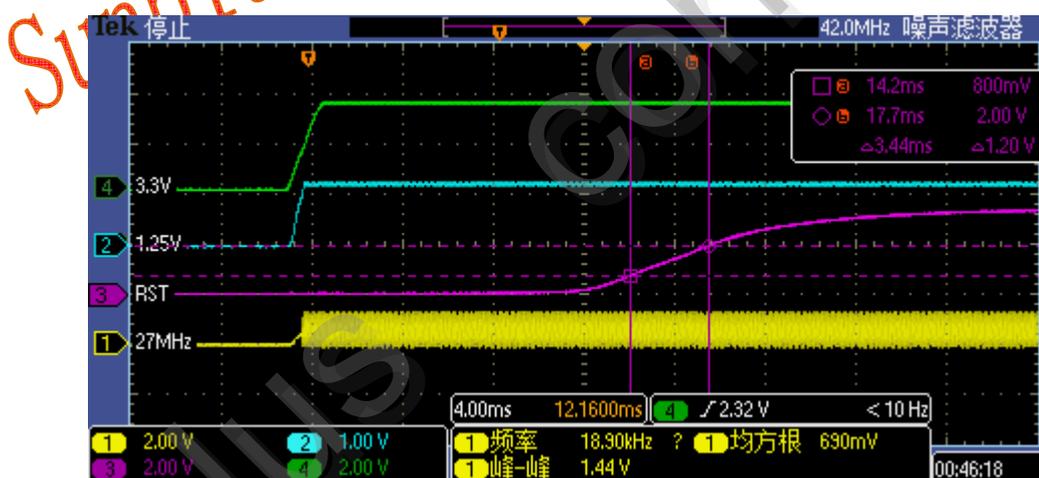


Figure2-1-6 SPHE8288T 系统实测 RESET 时序图

## 7) E-Pad

SPHE8288T IC 的腹部具有 E-Pad，需要与整个系统的地良好连接，否则系统不能正常工作。

在以上七个 HW 条件都满足以及所有元件焊接正确时，同时再烧入正确的 code 到 Flash 中(可使用烧录器或是 TD 工具烧录)，则 SPHE8288T 系统就可正常工作。

## 2.2 模块设计要点

### 2.2.1 SERVO

在 Servo 部分，由于主要为模拟信号，要注意的是良好的 power 及完整的 ground，并避免高频走线的干扰。

### 1) A+5V Power

提供至 OPU/PDIC 以产生 RF 讯号以及其它光学讯号。因此需要确保 A+5V 电源稳定，除了先经过一级 RC (2.2ohm+220uF 电容形成 LPF) 滤波外，也要求电容尽量靠近 OPU connector，且在进 connector pad 前经过一个 0.1uF bypass 电容；注意其 220uF 电容请使用 220uF/10V 钽电容（或两颗 100uF/10V 钽电容并联），如果使用铝电解电容建议使用优质铝电解电容（主要考虑容量、ESR 等参数的温度特性），陶瓷电容请使用 X5R 或更高规格。以避免低温冷机首次开机因 power noise 较大而导致不读 DVD+/-RW 碟。

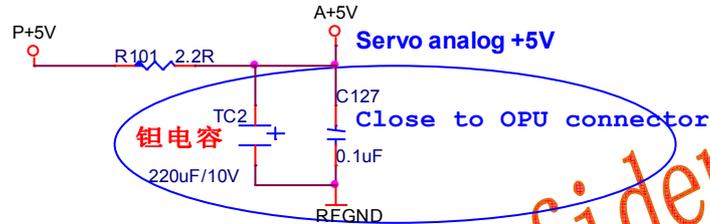


Figure2-2-1 A+5V power

### 2) M+5V Power

提供给 motor driver 的 power，由于为主要耗电元件，因此需要足够的走线宽度(25mil 以上)及稳压能力，务必在进 power pin 前配置一个 100uF/10V 钽电解电容或优质铝电解电容（主要考虑容量、ESR 等参数的温度特性），并要靠近 motor driver power pin 放置。并注意此 power 分支不宜和其他 5V 系统共用，以免 power ripple 过大。

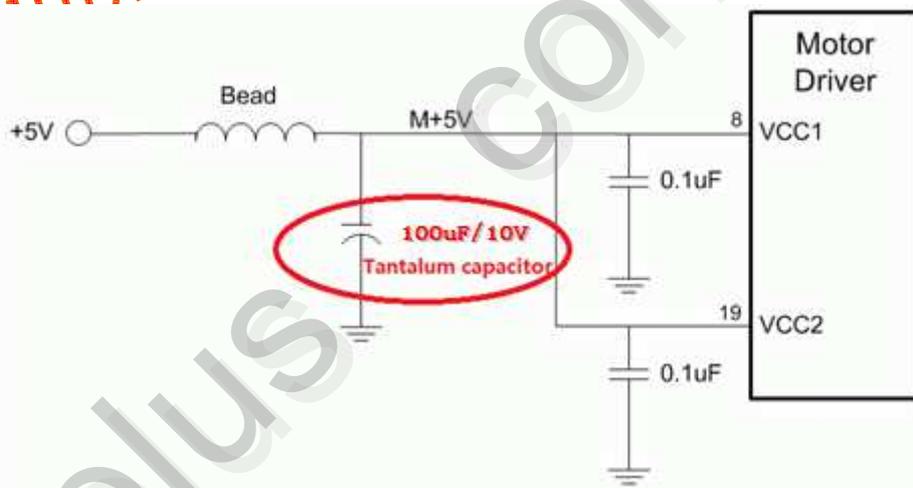


Figure2-2-1 M+5V power

### 3) RF3.3V power

在进 SPHE8288T 各 pad 前需分别放置 0.1uF bypass 电容，干路 path 在进 SPHE8288T 前也需一个 100uF/6.3V 钽电解电容或者优质铝电解电容（主要考虑容量、ESR 等参数的温度特性）。另外需要注意因 RF3.3V 的电流较大，干路走线宽度需要 20mil 以上，而每根 power pin 在进 SPHE8288T IC 前的走线则为 10mil 以上。

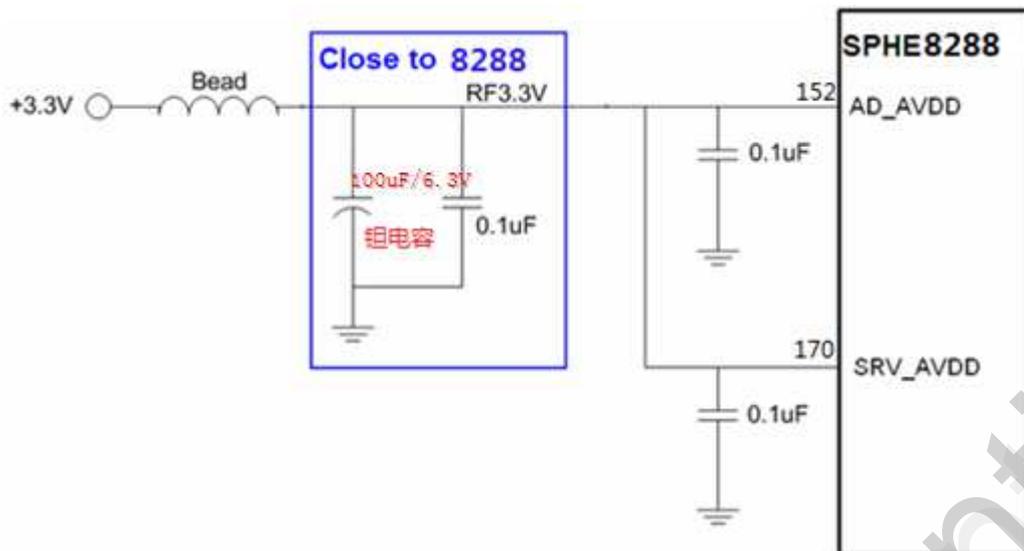


Figure2-2-1 RF+3.3V power

#### 4) 高频走线

主要为 SPHE8288T 输出至 LPF 再到 motor driver 的控制信号，由于 SPHE8288T 输出为较高频的信号，为避免影响其他模拟信号，必需把 LPF 尽量靠近 SPHE8288T 放置。

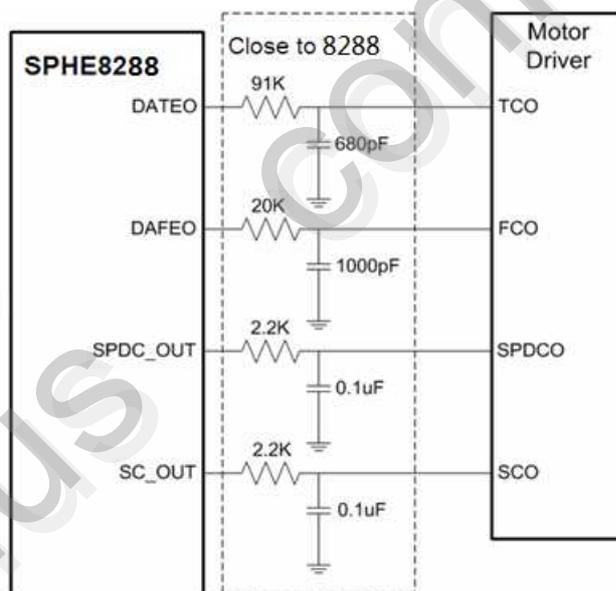


Figure2-2-1 高频信号

#### 5) 参考电压信号

共有 VREF1、VREF2 两个参考电压信号，需接 bypass 电容以保证参考电压信号稳定性。VREF2 为 PWM 信号输出，外部线路是采用一些 RC 来产生模拟电压信号输出，请参考如下线路并靠近 SPHE8288T IC 放置。

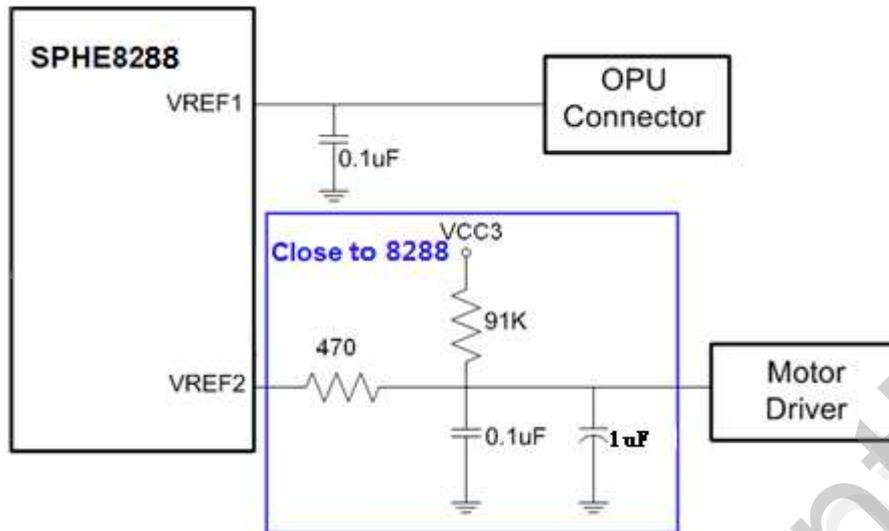


Figure2-2-1 参考电压信号

6) MDI & VR Switch 控制 pin

SPHE8288T 的 DVDMDI 与 CDVR 共用同一 pin, CDMDI 与 DVDVR 共用同一 pin。

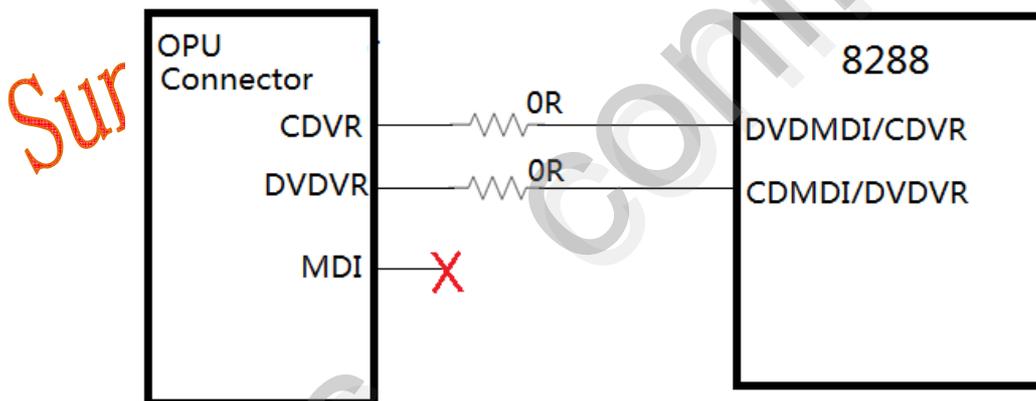


Figure2-2-1 MDI&VR Switch 控制 pin (Sanyo HD860/Hitachi 1200XH)

7) ALPC

其稳压电容需使用 47uF/6.3V 的钽电解电容或陶瓷电容, 陶瓷电容请使用 X5R 或更高规格, 以避免低温冷藏首次开机不读 DVD+/-RW 碟。

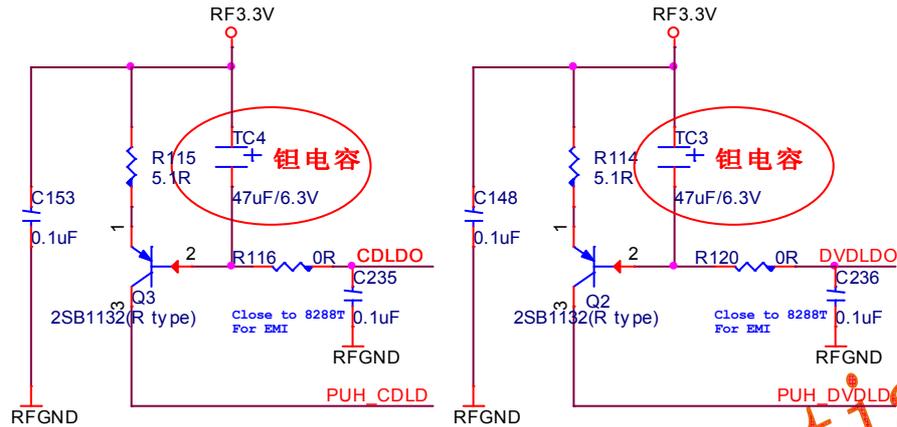


Figure2-2-1 ALPC

## 8) Servo 除错讯号 (Debug Pins)

(a) 制作 PCB 电路时需留意将下表所示的 8288T Servo Debug GPIO 接至电阻/电容/Connector/测试点。系统上如无使用此 GPIO 亦需留测试点，切勿 NC(no connection)以免造成 debug 的困扰。

8288T		
Debug GPIO	PIN No. (GPIO No.)	Net name
SERVO_GPIO0	75 (GPIO113)	TCON_OEV
SERVO_GPIO1	76 (GPIO114)	TCON_CKV
SERVO_GPIO2	77 (GPIO115)	TCON_POL
SERVO_GPIO3	78 (GPIO116)	
SERVO_GPIO4	79 (GPIO117)	SD_DO

(b) 8288T 仅有一路 TV\_DAC (CVBS out, pin138) 输出，亦为 Servo Debug DAC 之一，系统如未使用 TV\_DAC 亦需预留将 TV\_DAC 接 75ohm 电阻至 GND。切勿 NC(no connection) 以免造成 debug 的困扰。

(c) 另外两路 Servo Debug DAC 藉由 SPI DAC 实现，8288T 如下表所示的相关通讯控制脚位在未使用时亦请务必预留测试点，切勿 NC。

8288T		
PIN No.	GPIO No.	Net name
Pin80	GPIO118	SD_CLK
Pin81	GPIO119	SD_CMD
Pin82	GPIO120	SD_SEN

## 2.2.2 USB 模块

1) USB 模块的 3.3V 建议供电架构如下 (RC 滤波稳压，请靠近 IC Pin 脚放置)，同时保证稳压电容在 10uF 以上；

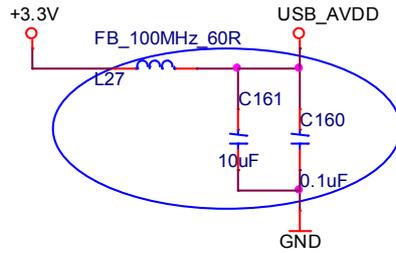


Figure 2-2-2 USB\_AVDD

2) USB 座子端口处强烈建议预留 RC 电路以根据实际走线调整走线阻抗, 同时预留 ESD 器件 for ESD 设计。

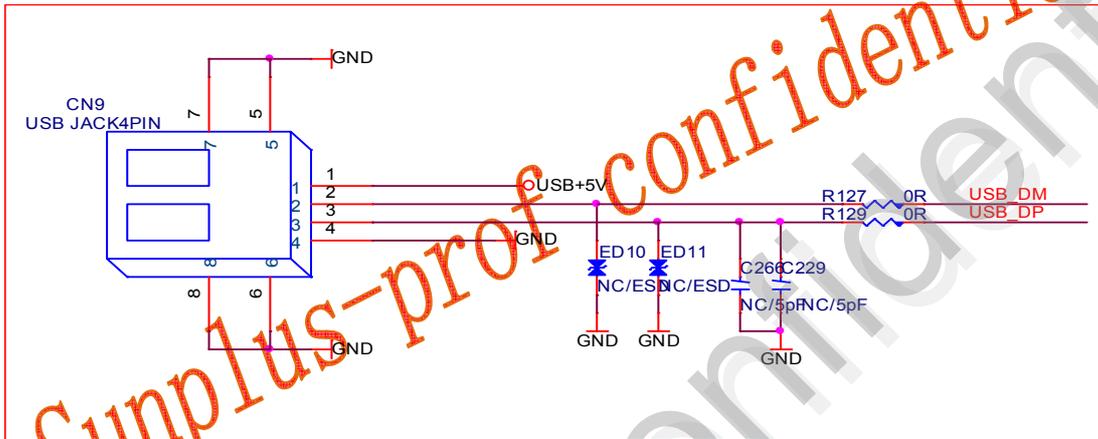


Figure2-2-2 USB 接口线路

### 2.2.3 Card 模块

Card 的信号线 CLK、DATA、CMD 上需要预留 RC 电路 (建议 CLK 上拉电阻为 10K, DATA 及 CMD 信号的上拉电阻为 30K) 以加强读 Card 的兼容性, 另外 Card 的检测信号在设计时强烈建议增加一个 0.1uF 电容以降低可能受到的干扰 (可导致读卡异常), 同时该电容需要尽量靠近 SPHE8288T IC Pin 放置。

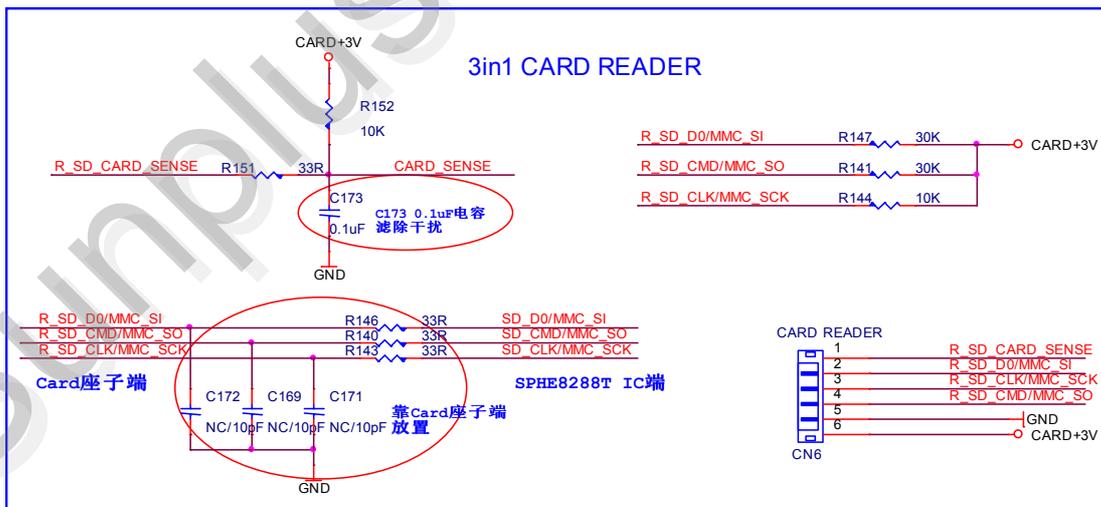


Figure2-2-3 Card 模块线路

## 2.2.4 SDRAM IC Power

SDRAM IC 3.3V Power 需要一个磁珠加 10uF 稳压电容构成供电设计，同时其 Power Pin 尽量每个都放一个 1000pF Bypass 电容，并靠 SDRAM IC pin 放置。

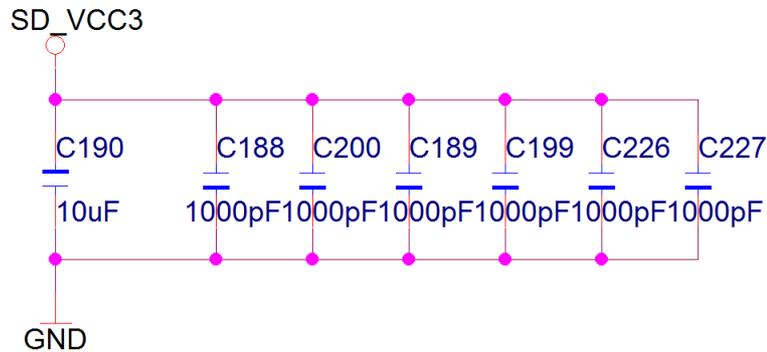


Figure2-2-4 SDRAM IC Power 线路

## 2.2.5 Video&Audio

1) Video、Audio 模块的供电非常重要，直接关系到音视频指标的好坏，建议采用 RC 供电架构，并靠近 IC 放置。

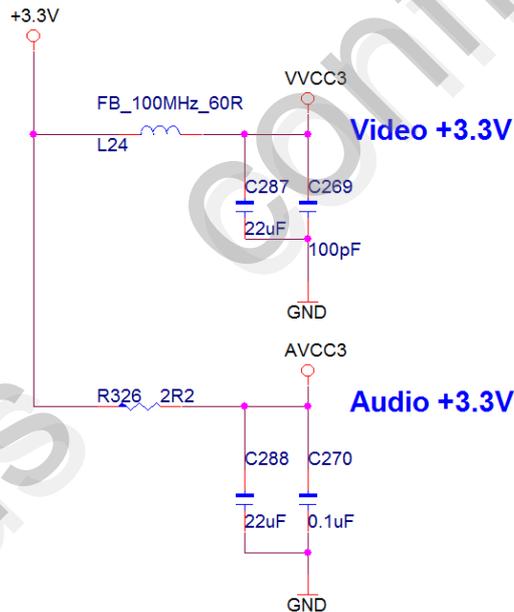


Figure2-2-5 Video&Audio power 线路

### 2) CVBS Out

SPHE8288T IC 有一路 CVBS Out，其电路设计如下，其中 75R 匹配电阻请靠近 SPHE8288T IC 端放置，同时  $\pi$ -filter 滤波电路很重要，请靠近输出端子（负载端）放置，而 ESD 器件也靠近座子放置 for ESD 设计。

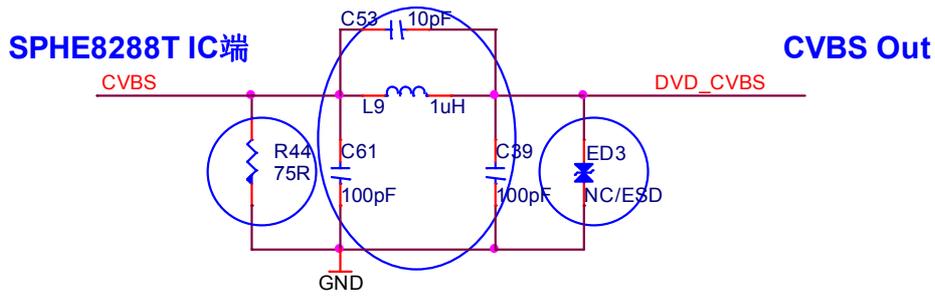


Figure2-2-5 CVBS OUT 线路

### 3) CVBS IN

SPHE8288T IC 内置 4-to-1 Video (CVBS IN) switch, 可用于 AV/TV/Rear Camera CVBS IN 等, Video 输入的电压范围为  $0.5V_{pp} \sim 2V_{pp}$ 。CVBS IN 电路设计如下, 其中 75R 匹配电阻、 $\pi$ -filter 滤波电路、隔直电容  $0.22\mu F$  及串接的 100R 全部靠 SPHE8288T IC pin 放置, 而 ESD 器件则靠近端子放置 for ESD 设计。

#### 座子端: CVBS IN

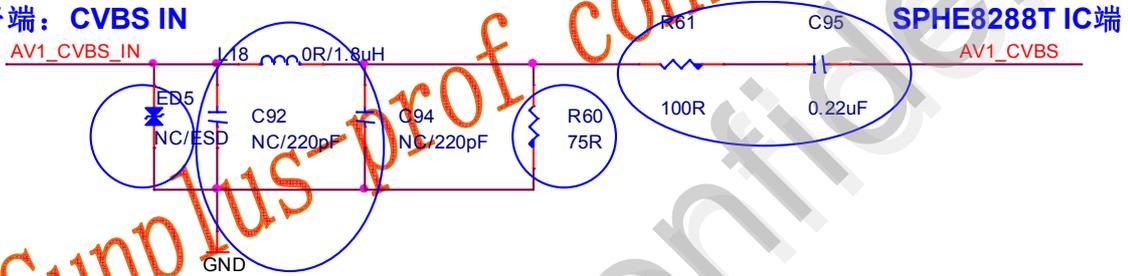


Figure2-2-5 CVBS IN 线路

### 4) Audio IN

SPHE8288T IC 内置 5-to-1 (L/R Audio IN) switch, 可用于 AV/TV/Radio/MIC 等 Audio IN。Audio IN 的电压范围在  $2V_{p-p}$ , 中心电位为  $1.41V$ , 必须用电容隔直输入。Audio IN 电路设计如下, 输入信号需要先进行电阻分压(避免输入幅度过大而导致失真)再经过隔直电容  $2.2\mu F$  后再进 SPHE8288T IC pin, 注意隔直电容不能拿掉。

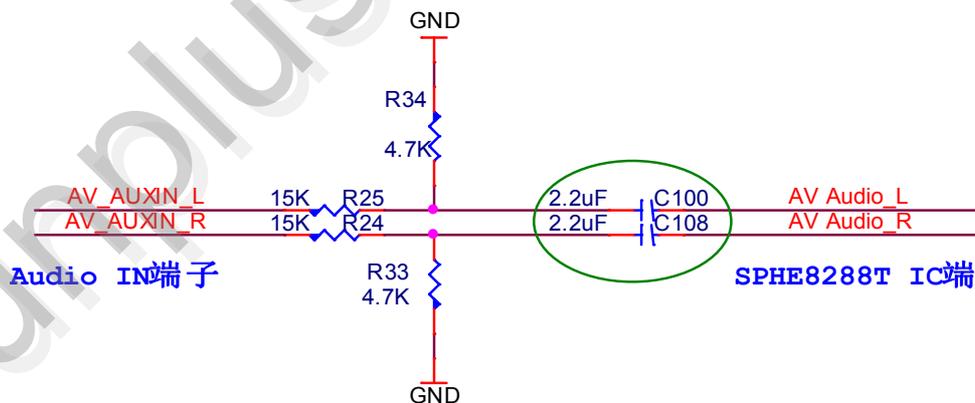


Figure2-2-5 Audio IN 线路

### 5) Audio OUT

SPHE8288T 具有 Analog 4-ch audio out, 为达到最佳的 audio 性能指标, 其外围搭配的 OP 运放电

路及功放前端的分压滤波电路的架构及参数如下,目前公板参数默认设定为最大 Line Out 幅度 2V(+/-0.2V) RMS 输出、功放最大功率 25W/4Ω 单通道输出; OP 放大倍数可以根据实际 Line Out 幅度需求适当微调如下红色框中的电阻 (R35/R36/R38/R39), 而功放的最大功率需求请微调功放前端的红色框中的分压电阻 (R4/R3/R13/R9)。注意 OP 放大电路及功放前端分压滤波电路的架构不建议修改。

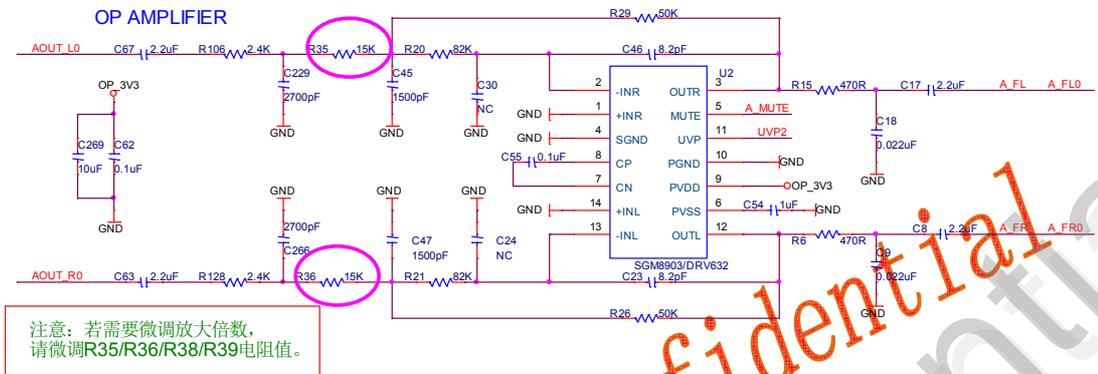


Figure2-2-5 OP LPF 线路

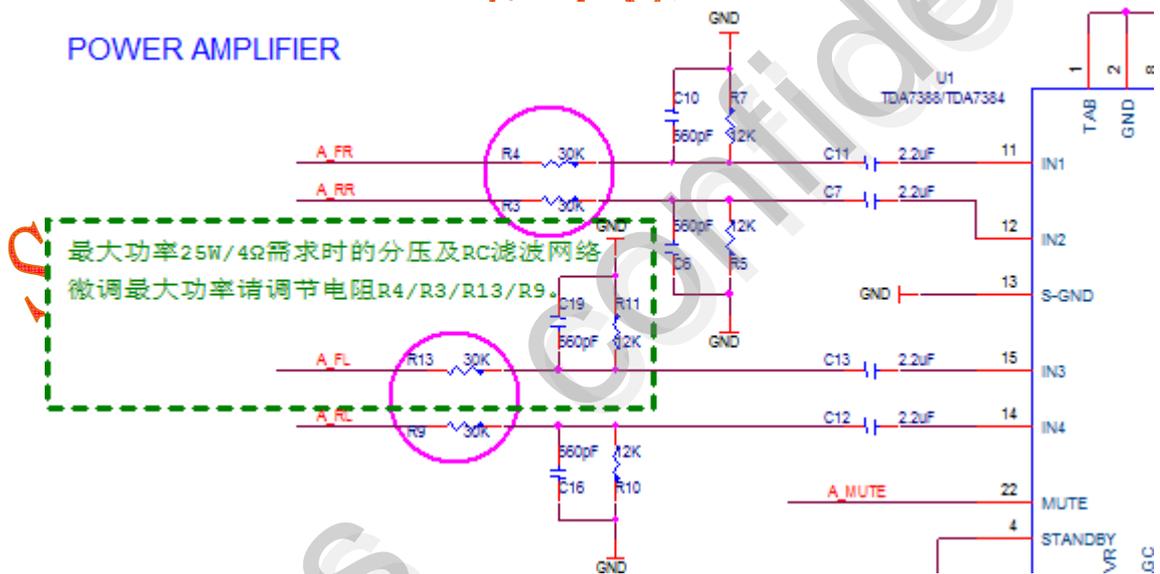


Figure2-2-5 Power amplifier 线路

## 2.2.6 SAR ADC 模块

SPHE8288T IC 内置 8 路 SAR ADC 电路, 支持采样电压从 0V-3.3V, 其中四路用于 Touch driver 功能, 另外四路可以用来做按键 Key 的扫描, 为了保证键值的可靠性建议每路 ADC 键值不超过 4 个(主要是受 power/GND 干扰, 各键值之间取值范围不能太小。需特别注意不要被 digital power/GND 干扰!)

## 2.2.7 通讯接口

SPHE8288T IC 具有三组 UART 口、一组硬件 I2C 接口, 其中 UART 口及 I2C 在使用时需要加上拉设计, 如上拉 10K 至 3.3V。

### 1) UART 口

UART0 (Pin128、Pin129) 默认为 Debug 口, 用于系统调试; UART1 (Pin130、Pin131) 可用于与 GPS 模组间的通讯, 而 UART2 (Pin7、Pin8) 则默认用于与 Bluetooth 间的通讯。

### 2) 硬件 I2C 接口

SPHE8288T IC 具有一组硬件 I2C 接口，可用于与 Radio、IPOD CP IC 等器件之间的通讯。

## 2.2.8 GPIO 口

SPHE8288T IC 常用的 GPIO 口请查看文档“8288T GPIO List Release\_20140314”，同时各个 GPIO 口的上电初始电平状态在没有加外部上下拉电路时是不确定的，如果上电时想得到确定的一种电平状态可以通过加外部上下拉电路来实现(上拉 10K 到 3.3V 或下拉 1K 电阻到地)，比如一些用 GPIO 口去控制屏背光 Enable、Audio Mute 以避免闪白屏、产生爆音的特殊应用等。

## 2.2.9 IPOD CP 认证

为实现 IPOD USB 功能，需要进行 IPOD CP 认证（使用 I2C 通讯），为兼容 2.0B（2313）、2.0C（3959）版 CP IC，建议 CP IC 的 Reset Pin 由 SPHE8288T IC 单独使用一个 GPIO 口来控制，同时 CP IC 的 I2C 读写地址分别设置为：0x23、0x22，其参考电路图如下。

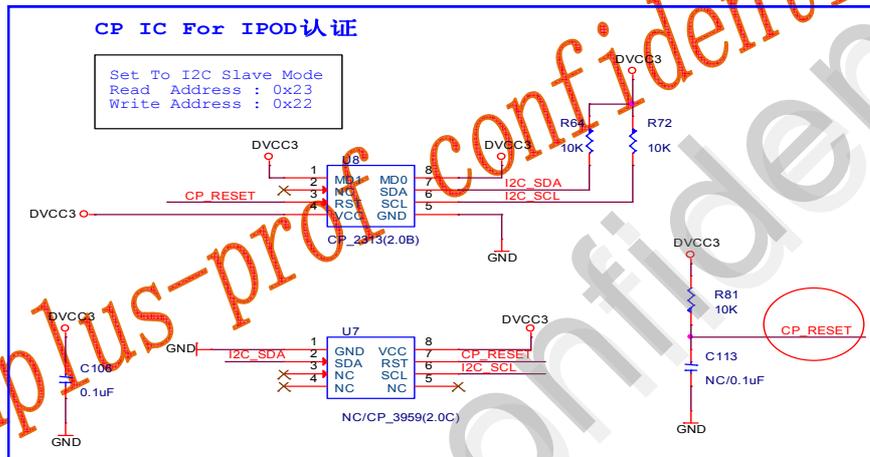


Figure2-2-9 IPOD CP 认证线路

## 2.2.10 Bluetooth

与 BT 间的接口，SPHE8288T 同时支持 UART 口（带 RTS、CTS）和 PCM 接口，UART 口用于通讯和传输音频数据，而 PCM 接口则用于语音数据传输。如下的 BT 模组接口是与我司设计的 RDA5876A 模组（已通过 BQB 认证）进行连接的接口，该模组支持 UART 口和 PCM 接口，同时该模组的设计需要注意 Pin10 BT\_EN 脚上需要加一个 0.1uF 电容滤波以降低可能的干扰，并且该 pin 由 SPHE8288T 控制，而该模组的 Pin13 CTS 需要连接到 SPHE8288T 的 Pin9 RTS 做 UART 流控。

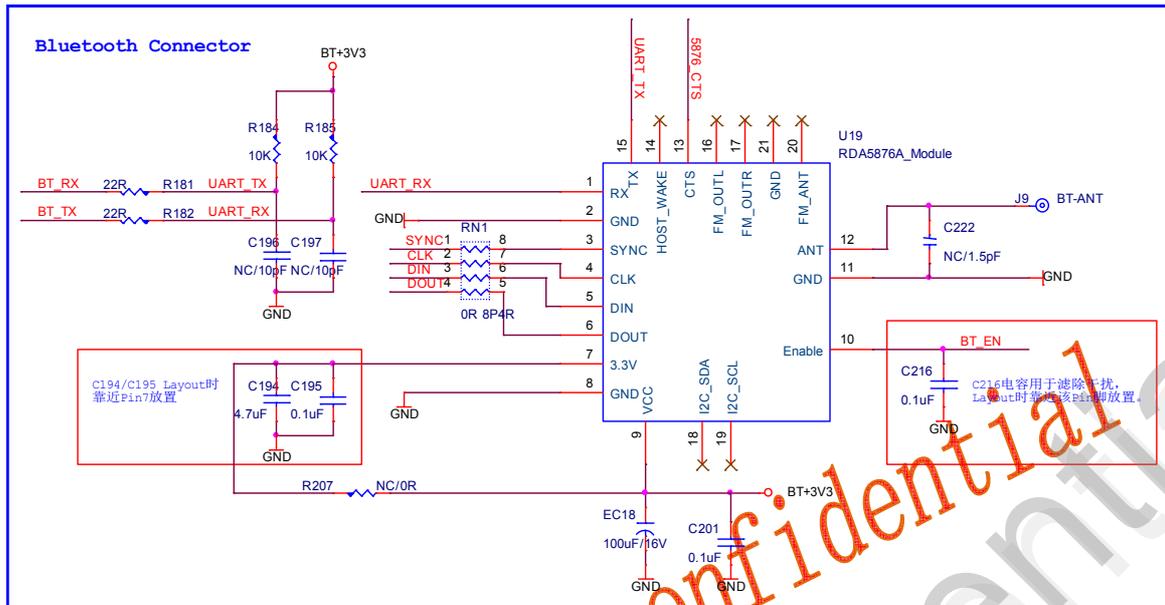


Figure2-2-10 Bluetooth 线路

### 2.2.11 RGB888/CCIR656 IN

- 1) SPHE8288T 支持 RGB888/RGB666/RGB565 IN for 车机 GPS 模组的应用, 并且可以同时支持 RGB565 IN 和 CCIR656 IN; 注意它们所有的信号线上建议靠 IC 端放置串接电阻以降低干扰。
- 2) RGB888 的 R/G/B 三组数据通道间可以交换, 但高低位不能交换;
- 3) RGB666 可以通过将 RGB888 数据接口的低 2 位 (即 R0/R1/G0/G1/B0/B1) 接地来实现, 可 R/G/B 组间交换, 而高低位不能交换;
- 4) RGB565 的 R/G/B 三组数据通道只有 R 与 B 通道可以交换, 高低位不能交换, 同时注意不能将 RGB888 的低位直接不用来实现。

CCIR656_D0	GPS_RST	182	DISC_IN
CCIR656_D1	RGB888_R0	183	GPIO
CCIR656_D2	RGB888_R1	184	RGB888I_D[0]
CCIR656_D3	RGB888_R2	185	RGB888I_D[1]
CCIR656_D4	RGB888_R3	186	RGB888I_D[2]
CCIR656_D5	RGB888_R4	187	RGB888I_D[3]
		188	RGB888I_D[4]
CCIR656_D6	RGB888_R5	189	VDD12
CCIR656_D7	RGB888_R6	190	RGB888I_D[5]
CCIR656_CLK	RGB888_R7	191	RGB888I_D[6]
RGB565_R3	RGB888_G0	192	RGB888I_D[7]
RGB565_R4	RGB888_G1	193	RGB888I_D[8]
RGB565_R5	RGB888_G2	194	RGB888I_D[9]
RGB565_R6	RGB888_G3	195	RGB888I_D[10]
RGB565_R7	RGB888_G4	196	RGB888I_D[11]
RGB565_G2	RGB888_G5	197	RGB888I_D[12]
RGB565_G3	RGB888_G6	198	RGB888I_D[13]
RGB565_G4	RGB888_G7	199	RGB888I_D[14]
RGB565_G5	RGB888_B0	200	RGB888I_D[15]
		201	RGB888I_D[16]
DVCC3	RGB888_B1	202	VDD33
RGB565_G6	RGB888_B2	203	RGB888I_D[17]
RGB565_G7	RGB888_B3	204	RGB888I_D[18]
RGB565_B3	RGB888_B4	205	RGB888I_D[19]
RGB565_B4	RGB888_B5	206	RGB888I_D[20]
RGB565_B5	RGB888_B6	207	RGB888I_D[21]
RGB565_B6	RGB888_B7	208	RGB888I_D[22]
RGB565_B7	RGB888_HS	209	RGB888I_D[23]
RGB565_HS	RGB888_HS	209	RGB888I_HS
RGB565_VS	RGB888_VS	210	RGB888I_VS
RGB565_CLK	RGB888_CLK	211	RGB888I_CLK
RGB565_DE	RGB888_DE	212	RGB888I_DE
		213	RGB888I_DE

Figure2-2-11 RGB888/CCIR656 IN 信号

2.2.12 TCON

1) SPHE8288T 内置 TCON，可驱动 HVD Mode (Hsync、Vsync、DE) RGB666 TTL Panel，控制信号为如下绿色方框所示 (Pin70 至 Pin73)，也可以驱动不带 TCON 的 RGB666 TTL Panel，其驱动 Panel 的控制信号为如下蓝色方框所示 (Pin70 至 Pin73, Pin75 至 Pin77)。

GPIO110	77	TCON_POL
TCON_POL/GPIO115	76	TCON_CKV
TCON_CKV/GPIO114	75	TCON_OEV
TCON_OEV/GPIO113	74	TCON_PWM
TCON_PWM	73	TCON_CPH
TCON_CPH/TCON_PCLK	72	TCON_STH
TCON_STH/TCON_VS	71	TCON_OEH
TCON_OEH/TCON_HS	70	TCON_STV
TCON_STV/TCON_DE	69	

Figure2-2-12 TCON 信号

2) RGB666 Data、CLK 及相关控制信号线上都需要预留 RC 滤波元件以降低 EMI 辐射干扰，其中电阻 R 靠近 IC 端放置，而电容 C 靠近 Panel 座子端放置。

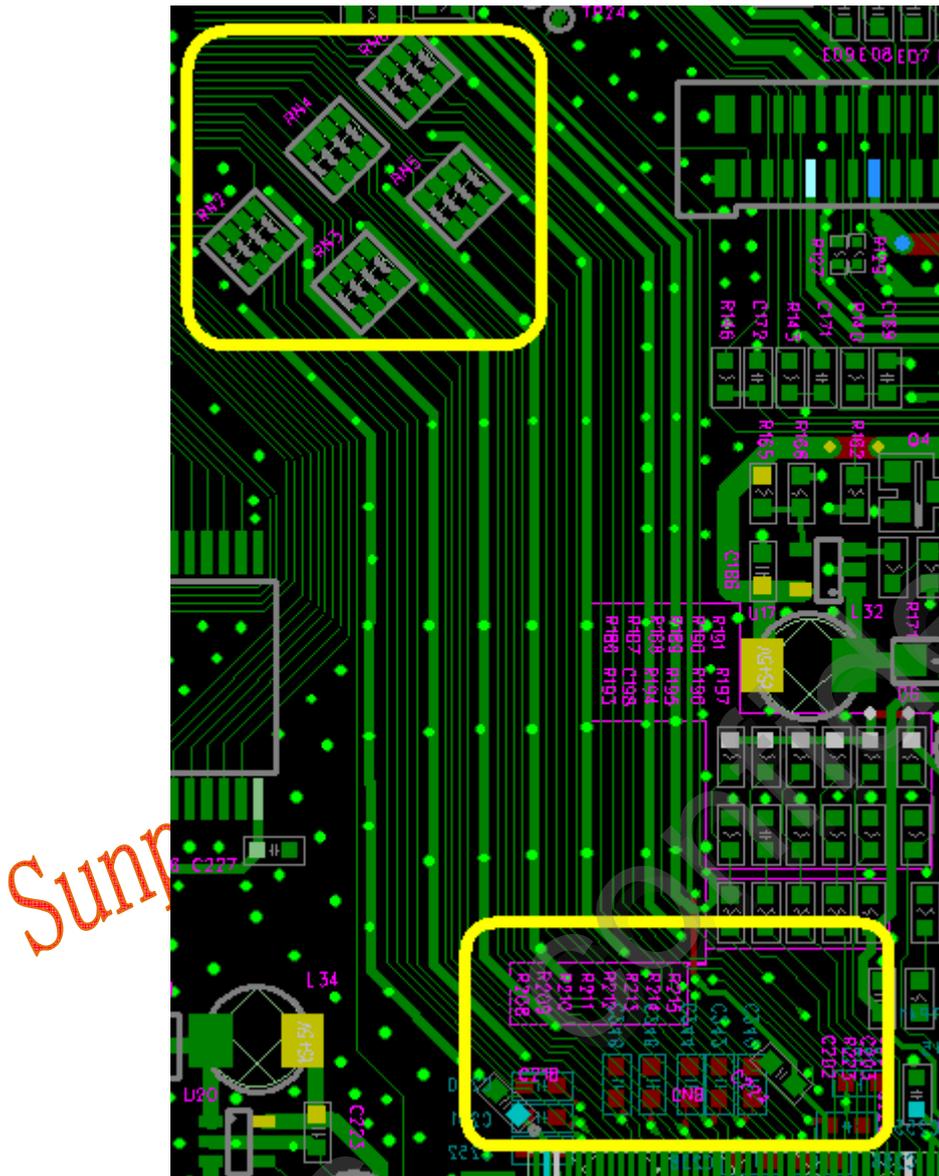


Figure2-2-12 TCON 信号

## 2.3 PCB Layout 要点

1) SPHE8288T IC 3.3V&1.2V 供电 Power 的干路走线宽度建议在 30mil 以上，进 IC Pin 脚前的各支路走线宽度建议在 15mil 以上；另外如下 PCB 红色方框区域的顶层需要露铜以与 SPHE8288T IC 的 E-pad 进行良好连接。

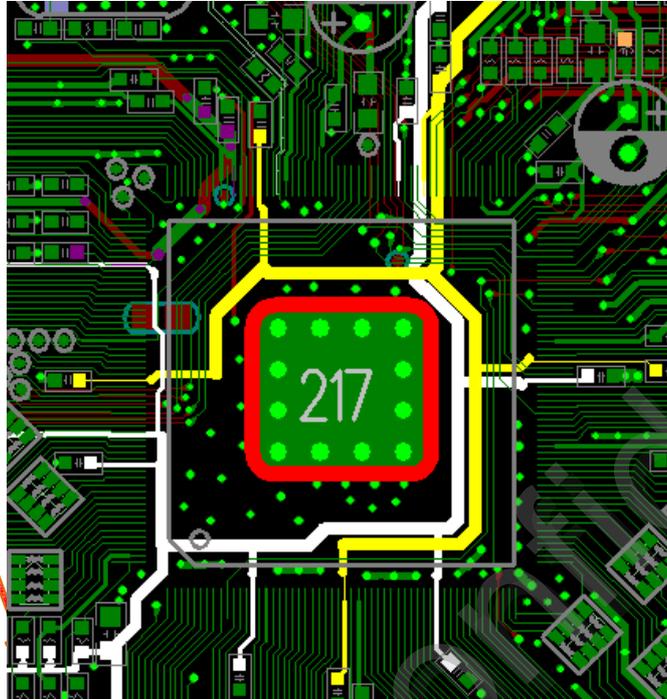


Figure2-3-1 SPHE8288T E-pad

2) SPHE8288T IC 3.3V&1.2V 供电 Power 的所有去耦电容请尽量靠近 IC Pin 脚放置，同时 Power Pin 与去耦电容间路径的走线请尽量粗（至少 8mil 以上）以获得低阻抗去耦路径，以保证 IC 稳定的工作及降低 IC 内部产生的干扰。

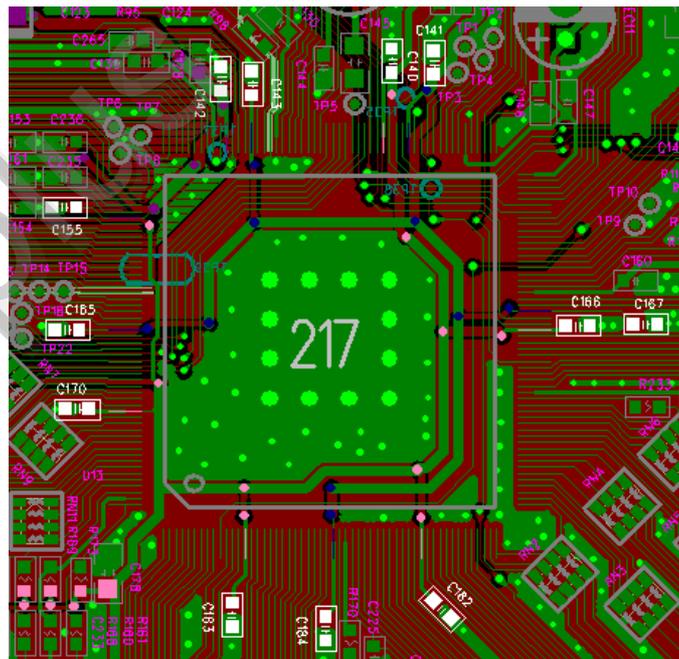


Figure2-3-2 SPHE8288T 3.3V&1.2V 走线



5) 如下电压参考准位及补偿电路的电容尽量靠近 SPHE8288T 放置。

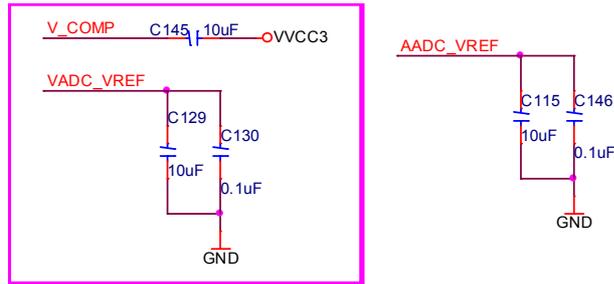


Figure2-3-5 SPHE8288T video 电压参考和补偿电路

6) TCON 信号走线上的串接电阻R 请尽量靠 SPHE8288T IC 放置, 电容C 请靠近屏排座放置, 其中TCON CLK 信号的走线宽度建议为 7mil 以上, 另外请单独做好包地处理; 同时 TCON 所有信号建议尽量做包地处理, 参考地平面请保持完整以降低 EMI 辐射。

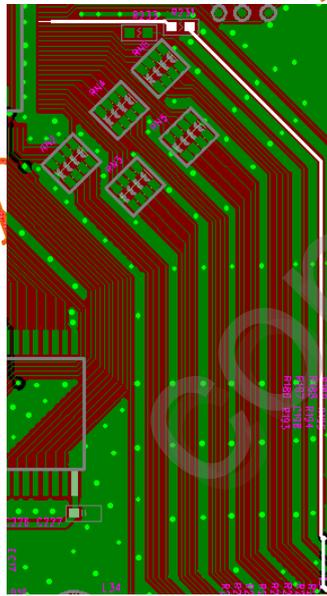


Figure2-3-6 SPHE8288T TCON 部分走线

7) 27MHz 晶振 CLK 的走线不要打过孔, 走线宽度建议为 7mil 以上, 并做包地处理, 而晶振底下的地多打一些过孔; 同时 CLK OUT 串接电阻尽量靠近 SPHE8288T 放置。

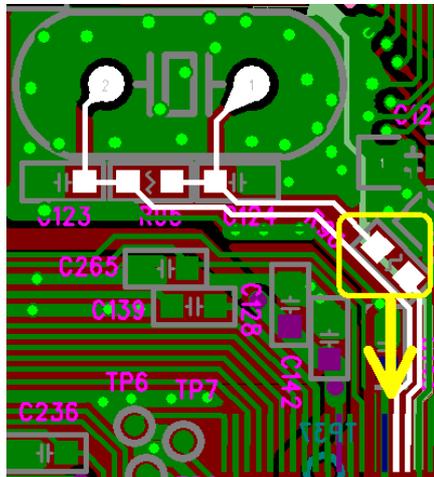


Figure2-3-7 SPHE8288T 27MHz 晶振部分走线

8) Servo 的控制信号线尤其是 Track、Focus 信号，频率在 33MHz 左右，为降低干扰请将如下 RC 滤波元件尽量靠近 SPHE8288T IC pin 脚放置，走线宽度建议为 7mil 以上。

RFGND	C157	820pF	TCO	R132	100K	DA_TEO
	C162	1000pF	FCO	R131	10K	DA_FEO
	C164	0.1uF	SPDCO	R135	2.2K	SPDC_OUT
	C168	0.1uF	SCO	R138	2.2K	SC_OUT

close to 8288T

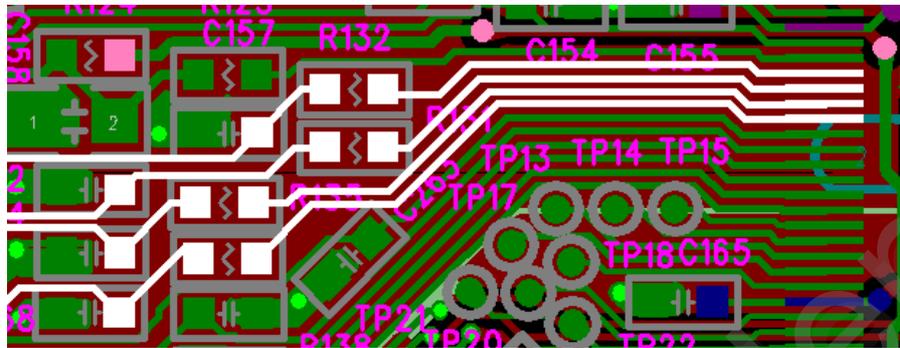


Figure2-3-8 SPHE8288T servo 高频控制信号走线

9) Servo RF 信号的品质对于读碟性能会有极大的影响。因此建议 PUHRF 信号能加上 ground trace 做包地处理，并且走线不要打过孔，宽度以 10mil 较佳；同时 PUHRF 在进入 SPHE8288T 前会经过一个电容做 AC couple，此电容底下切勿走线。光头输出除 PUHRF 之外，另外的重要讯号 A、B、C、D、E、F 亦应优先考虑，其过孔应尽量少，走线宽度以 7mil 以上较佳。

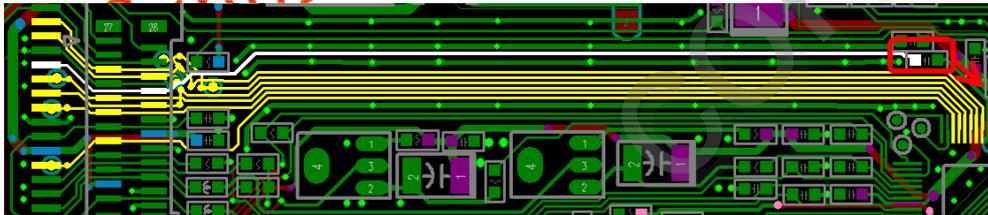


Figure2-3-9 SPHE8288T servo 光头输出信号走线

10) OPU 及 Motor driver 的电压参考准位的产生电路如下，并且 VREF2#准位是由 PWM 波产生，如下电路请尽量靠近 SPHE8288T IC 放置。

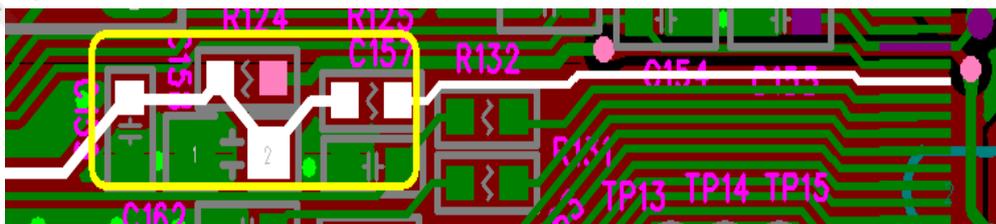
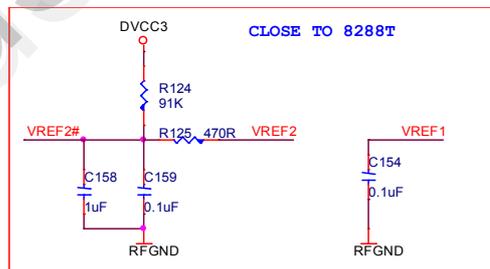


Figure2-3-10 SPHE8288T servo 光头输出信号走线

11) OPU 及 Motor driver 的+5V 供电的走线宽度建议 30mil 以上，其 A+5V 供电的 RC 稳压滤波元件 (2.2R+220uF) 请放置在一起并靠近 OPU 座子放置，而 M+5V 稳压滤波元件 (磁珠+100uF) 请放置在一起并靠近 Motor driver IC 放置，如下红色方框所示。

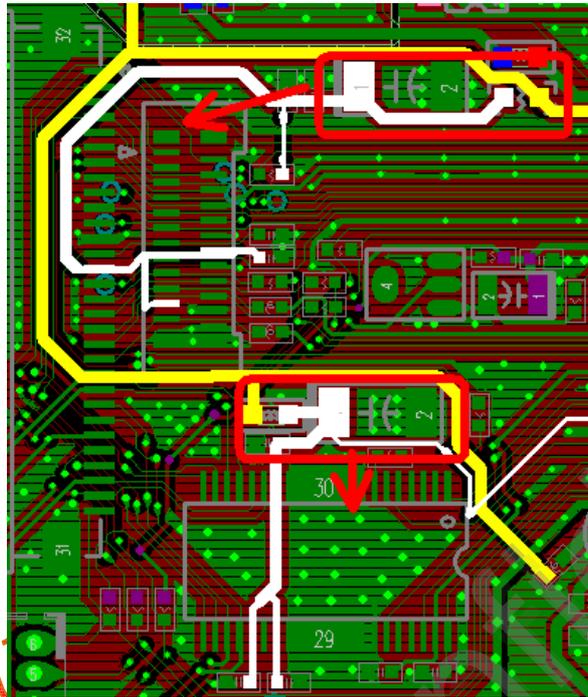


Figure2-3-11 OPU 及 Motor drive +5V 走线

12) RF Ground 在 layout 时请务必保持 RF Ground 的完整。

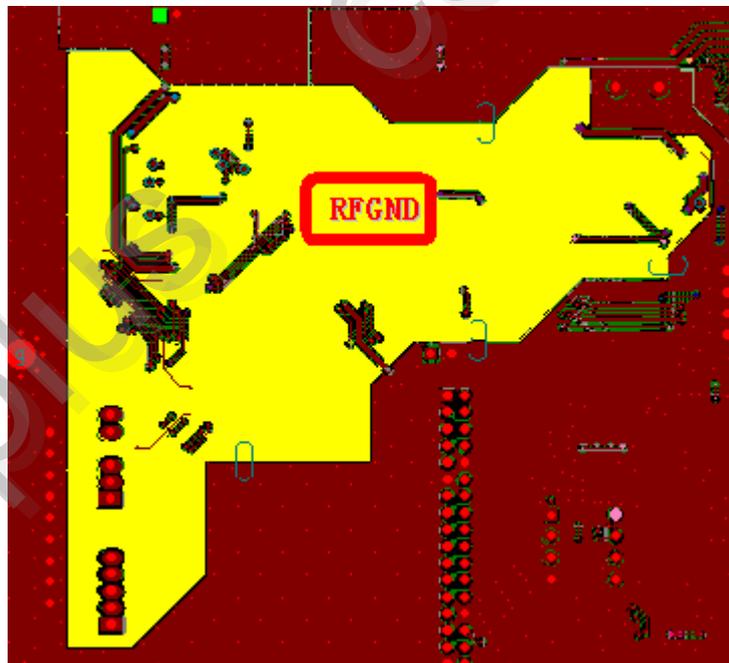


Figure2-3-12 RF GND

13) USB 模块为 USB2.0 (支持 High Speed 模式) 设计。其差分走线的特征阻抗为 90 欧姆，走线需要做包地处理，同时请尽量不要打 Via，差分走线的宽度及间距要保持一致，并与包地的间距也保持一致，走线转弯要以 90° 以上角度走线。对于两层板，建议走线参数为：9mil-5mil-6mil，分别代表差分走线宽度、差

分走线间距、差分线与包地间的间距，另外包地线宽度最好能在 30mil 以上；具体走线参数建议请洗板厂根据 PCB 叠构计算得出。

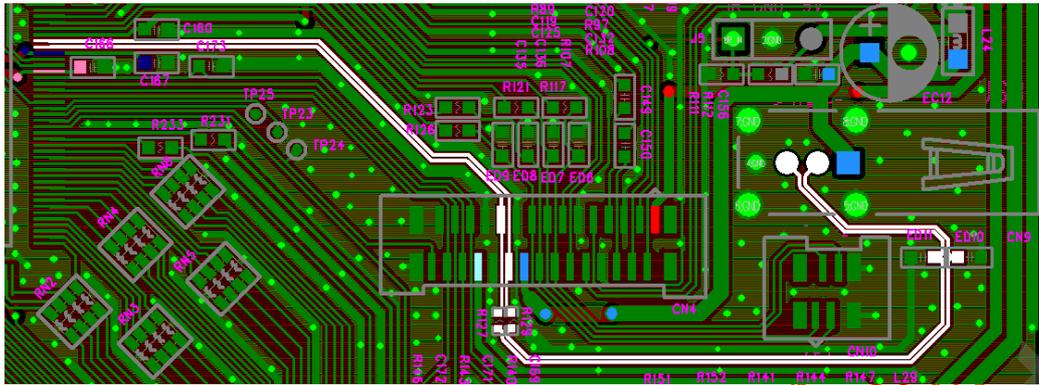


Figure2-3-13 USB DM、DP 走线

14) Card 的信号线 CLK、DATA、CMD 上串接的 RC 元件请靠近 Card 座子端放置，可以滤除由于过长走线带来的干扰；所有信号线的走线宽度建议 7mil 以上，另外 Card 的检测信号在设计时强烈建议增加一个 0.1uF 电容以降低可能受到的干扰，该电容需要尽量靠近 SPHE8288T IC Pin 放置。注意 Card 所有的信号线都要有完整的参考地平面，而 CLK 最好能单独包地处理，这样可以降低 CLK 对其他信号的干扰及 EMI 辐射能量。

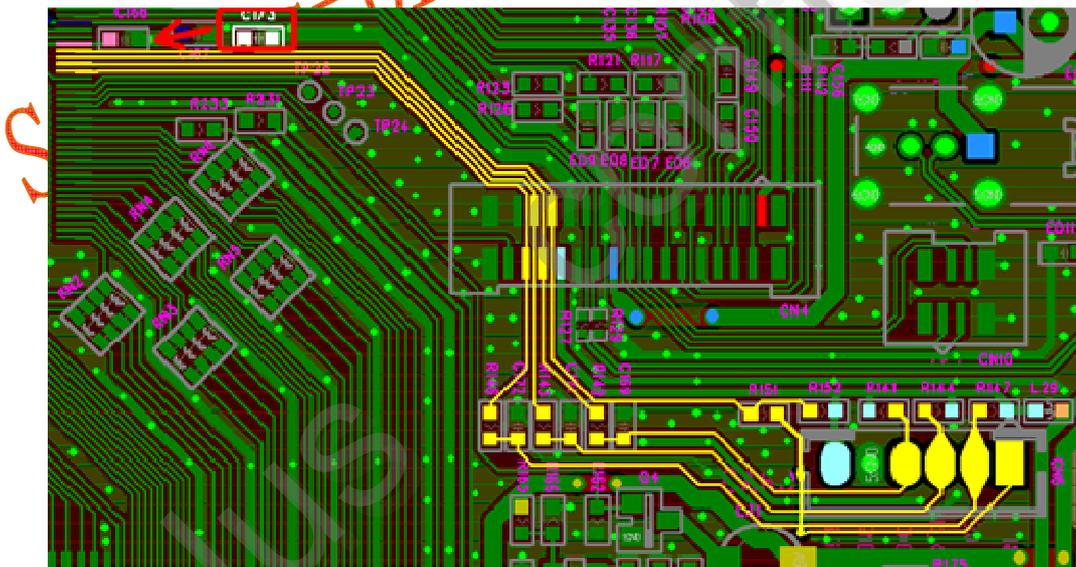


Figure2-3-14 Card 部分信号走线

15) 音视频的 3.3V Power VVCC3 及 AVCC3 的走线宽度建议 15mil 以上；同时音视频信号走线宽度建议为 7mil 以上，走线请单独做包地处理，并尽量保证参考地平面的完整性以降低外界干扰；另外对于 CVBS Out 的  $\pi$ -filter 电路请靠近座子端（负载端）放置，而 CVBS IN 的  $\pi$ -filter 则靠近 SPHE8288T Pin 脚放置。

16) RGB888/RGB565 的输入信号线上建议串接的电阻请靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置，并且信号线尽量不要打过孔，同时保证完整的参考地平面以降低 EMI 辐射干扰。



## 2.4 EMI 干扰源及对策

### 2.4.1 TCON 输出信号——干扰源 CLK (32MHz 左右)、RGB666 Data、Hsync、Vsync 及 DE 信号，抑制对策如下：

- 1) 在 TCON 所有的输出信号线上加 RC 滤波电路，电阻 R 靠 SPHE8288T IC Pin 脚放置，电容 C 靠近 Panel 座子端放置；
- 2) TCON CLK 信号需要进行单独包地处理。

### 2.4.2 SDRAM CLK (148.5MHz 左右) 干扰源，抑制对策如下：

- 1) 对 SDRAM CLK 进行展频，通过软件设置实现；
- 2) 降低 SDRAM CLK 走线上辐射出去的能量，可以在 CLK 走线上预留 RC 滤波，并靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置；
- 3) SDRAM IC 的每个 Power Pin 上都需要加 1000pF 滤波电容，并靠近 Power Pin 放置；
- 4) 在 SDRAM CKE 控制信号加一个 330pF 滤波电容，并靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置；
- 5) 在 SPHE8288T IC Pin177 至 Pin181、Pin166 至 Pin169 及 Pin149 上靠近 SPHE8288T IC Pin 脚分别放置一个 330pF 滤波电容以吸收这些 Pin 脚上所带的 SDRAM CLK 频点能量。
- 6) SPHE8288T IC 所有 3.3V Power Pin 上的 1000pF 去耦电容请尽量靠近 SPHE8288T IC Pin 放置，同时注意去耦电容的接地端至少打 2 个以上的过孔，以保证低阻抗将所带的 SDRAM CLK 能量导入大面积的地上。

### 2.4.3 SPI Flash CLK (67.5MHz) 干扰源，抑制对策如下：

- 1) 在 SPI CLK、D0、D1、CE 信号线上预留 RC 滤波，并靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置，在 SPI WP、HOLD 脚上放置 330pF 滤波电容。

### 2.4.4 27MHz 晶振 CLK 干扰源，抑制对策如下：

- 1) 在 SPHE8288T IC 的 27MHz CLK Out Pin 脚上预留一个串接电阻，该电阻尽量靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置；
- 2) 27MHz 晶振的外壳预留接地位置，将晶振外壳进行屏蔽。

### 2.4.5 Servo Track、Focus 控制信号

- 1) Servo Track、Focus 控制信号的频率在 33MHz 左右，其 RC 电路请尽量靠近 SPHE8288T IC Pin 脚放置以降低干扰与辐射。

### 2.4.6 RGB888/RGB565 IN

- 1) RGB888/RGB565 IN 的所有信号线上需要串接电阻以降低 EMI 辐射，并靠近 SPHE8288T IC Pin 脚端放置。

**注意以上 for EMI 的 RC 元件已在 DSN: 8288T-216-CARDVD-DEMO-V1.3A 中都已预留，具体元件的摆放位置及走线请参看 PCB: 8288T-216-CARDVD-DEMO-V1.3A，请注意过大的 RC 值会影响正常信号波形及系统的稳定性，同时由于车机通常会有金属机壳，它会对 EMI 有很好的屏蔽效果（已使用公板实测），因此以上 EMI 对策的具体参数的选择请根据 EMI 实测作适当调整。**

## 3 Power Consumption

### 3.1 IC Power Consumption

测试板卡：8288T-216-CARDVD-DEMO-V1.0A(40#)，Disc Mode（播放 DVD 国标碟——1KHz/0dB，常温 25℃）下测试结果：

IC 电源支路	电压(V)	电流(mA)	功耗(W)
DVCC3	3.3	40	0.132
RF3.3V	3.3	100	0.33
VVCC3	3.3	46	0.15
AVCC3	3.3	15	0.05
USB_AVDD	3.3	15	0.05
	3.3	216(Total)	0.71
+1.25V Core	1.25	230	0.29
PLL+1.25V	1.25	10	0.013
	1.25	240(Total)	0.30

Figure3-1 IC Power consumption

### 3.2 Demo Board Power Consumption

测试板卡：8288T-216-CARDVD-DEMO-V1.0A(40#)，Disc Mode（播放 DVD 国标碟——1KHz/0dB，常温 25℃）测试结果：

测试网络	电压(V)	电流(mA)	功耗(W)
DC_IN_12V（断开 radio 和功放供电，屏背光常开）	12	530	6.36
P+5V (Total)（屏背光常开）	5	1130	5.65
M+5V(Motor Driver)	5	150	0.75
A+5V	5	75	0.38
+3.3V(Total)	3.3	270	0.89
DVCC3	3.3	40	0.132
RF3.3V	3.3	100	0.33
VVCC3	3.3	46	0.15
AVCC3	3.3	15	0.05
USB_AVDD	3.3	15	0.05

SD_VCC3	3.3	42	0.14
+1.25V(Total)	1.25	240	0.30
+1.25V Core	1.25	230	0.29
PLL+1.25V	1.25	10	0.013

Figure3-2 Demo bord power consumption

### 3.3 Demo Board IC Surface Temperature

Test Mode	环境温度 (° C)	IC 表面温度 (° C)	温升 (° C)
DVD Disc	+25	50	25
DVD Disc	+85	98	13

Figure3-3 Demo bord IC surface temperature