

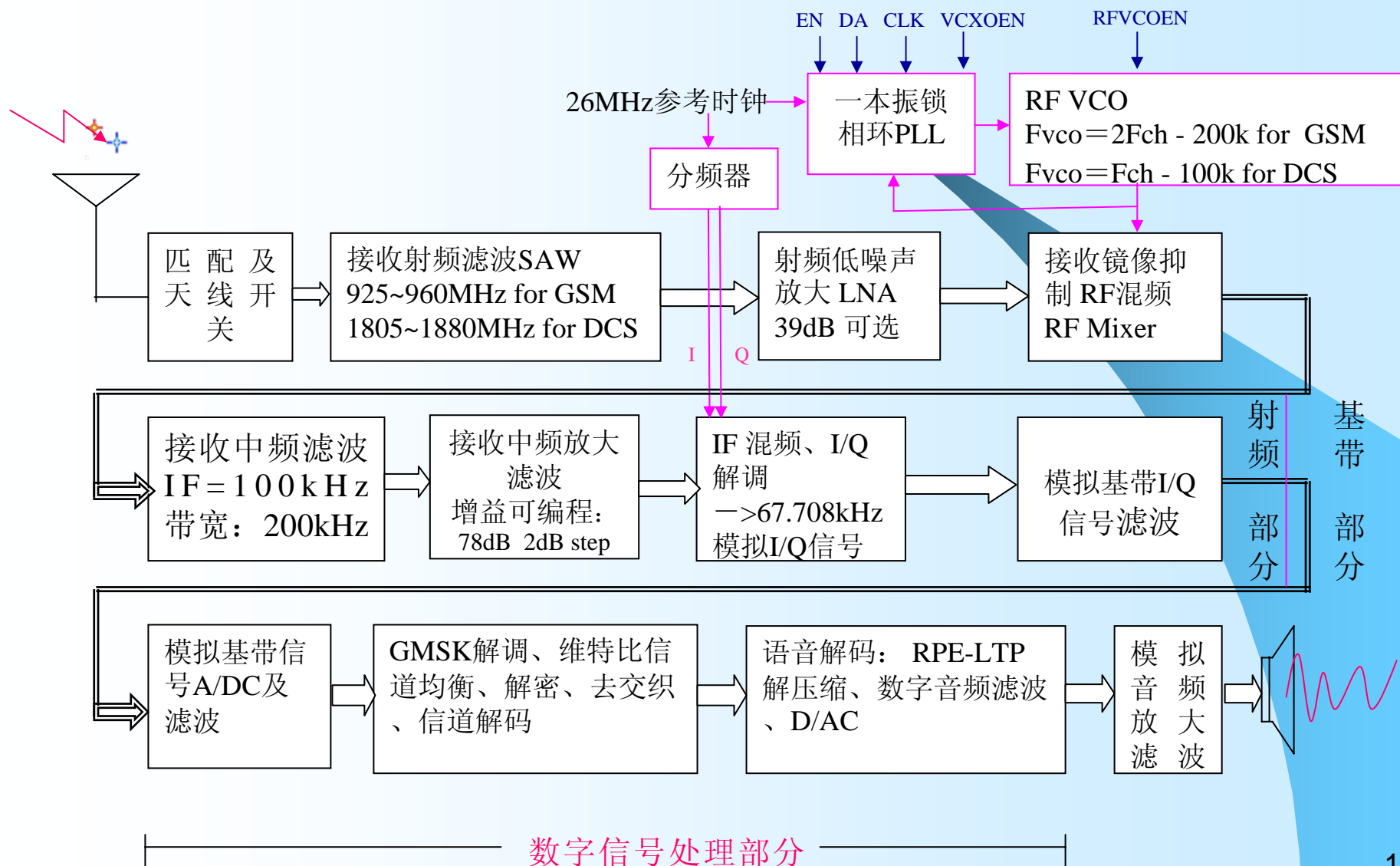
MTK平台硬件培训



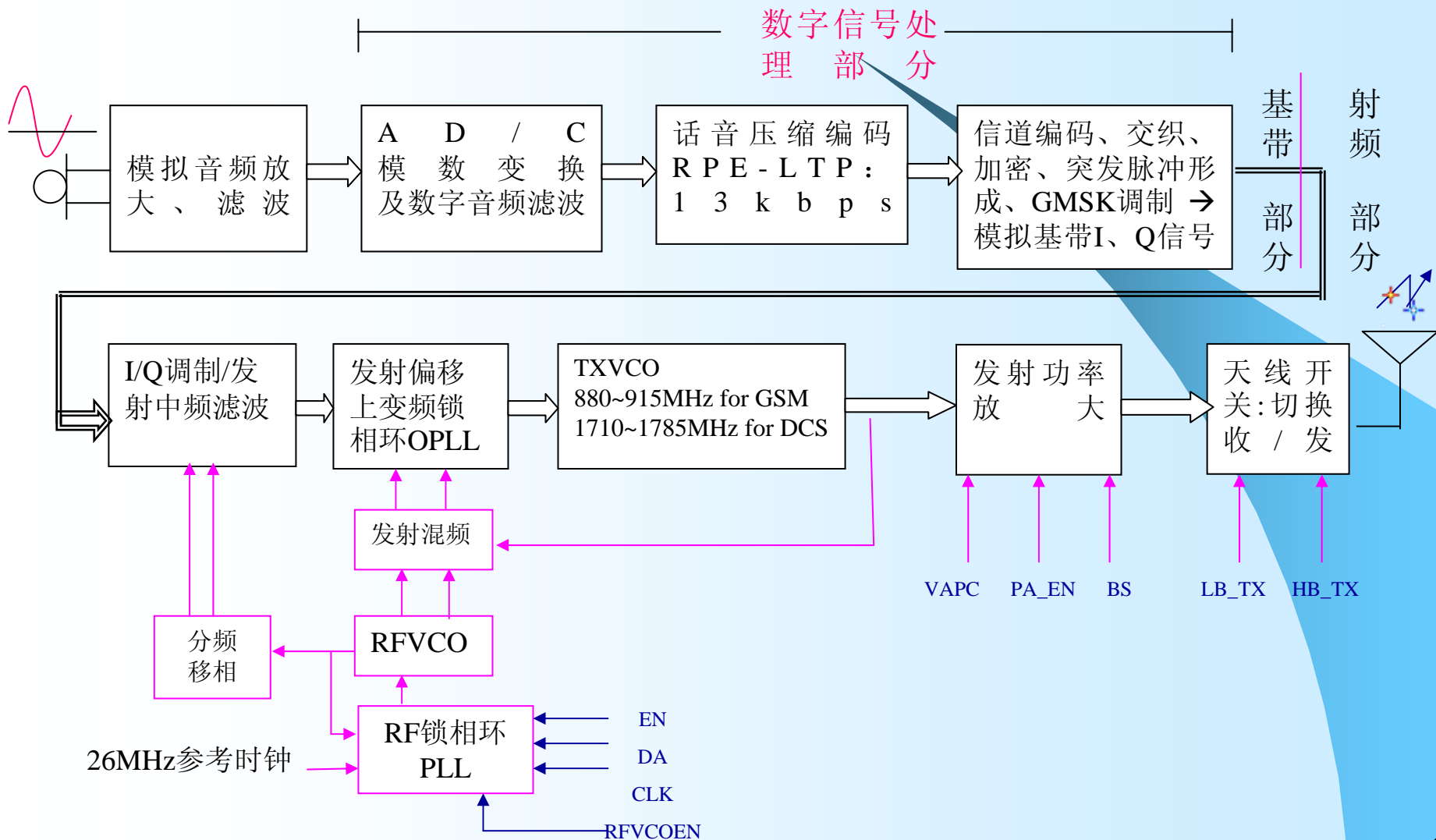
编辑：池楚藩 CKT射频电路部

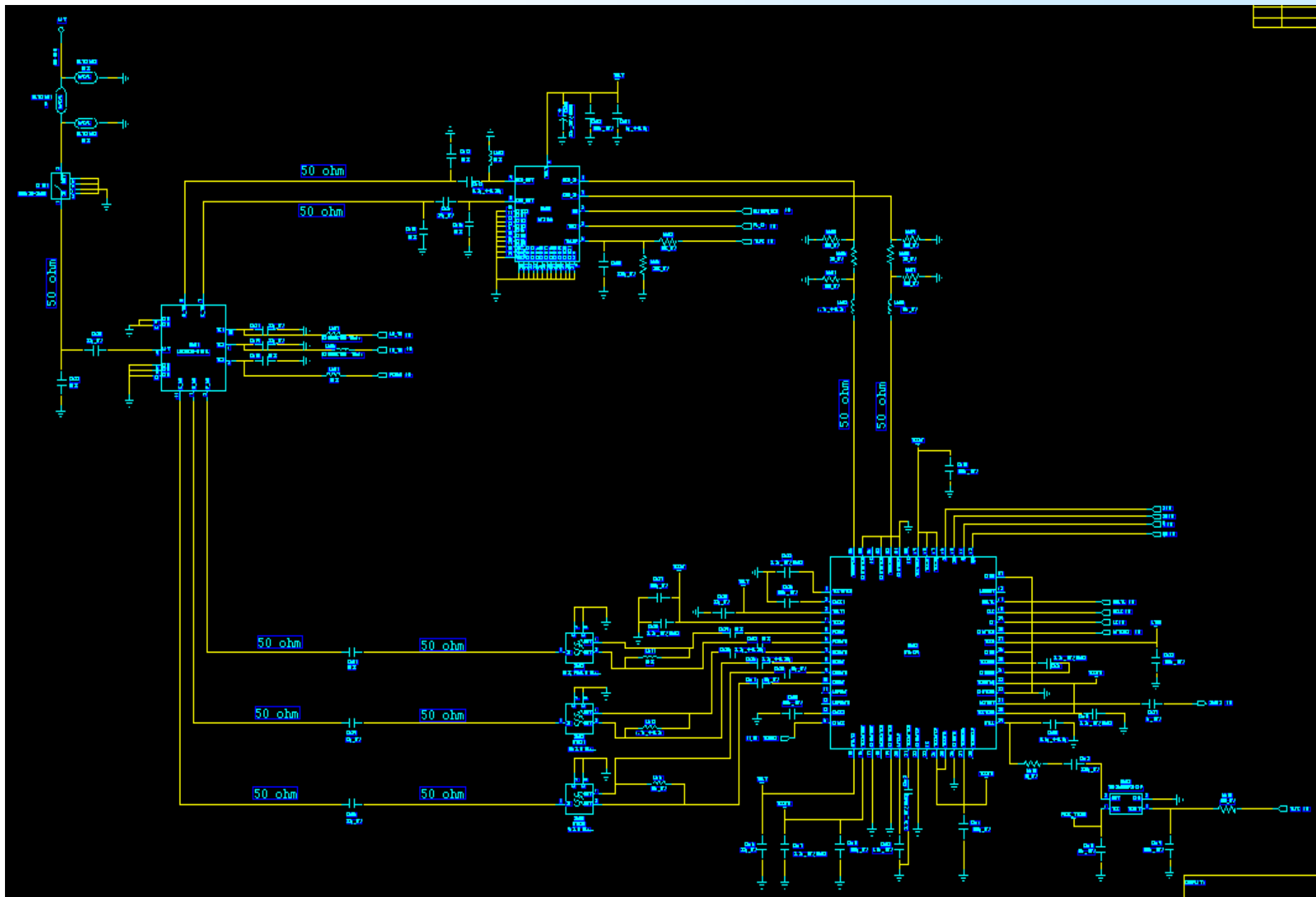
0755-26737110 chufan.chi@ck-techfaith.com

MTK平台 GSM双频手机接收信号 处理流程



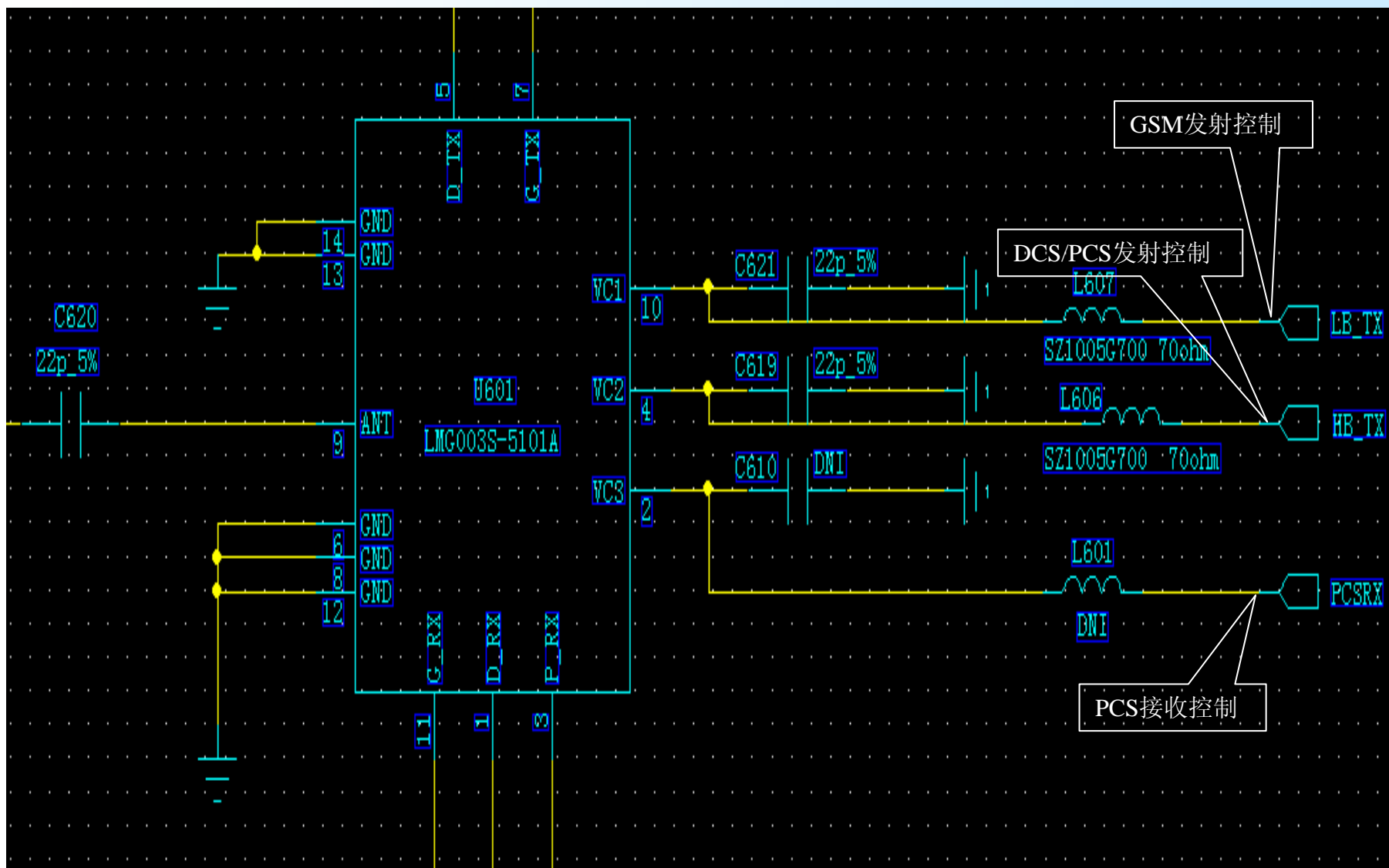
MTK平台 GSM双频手机发送信号 处理流程





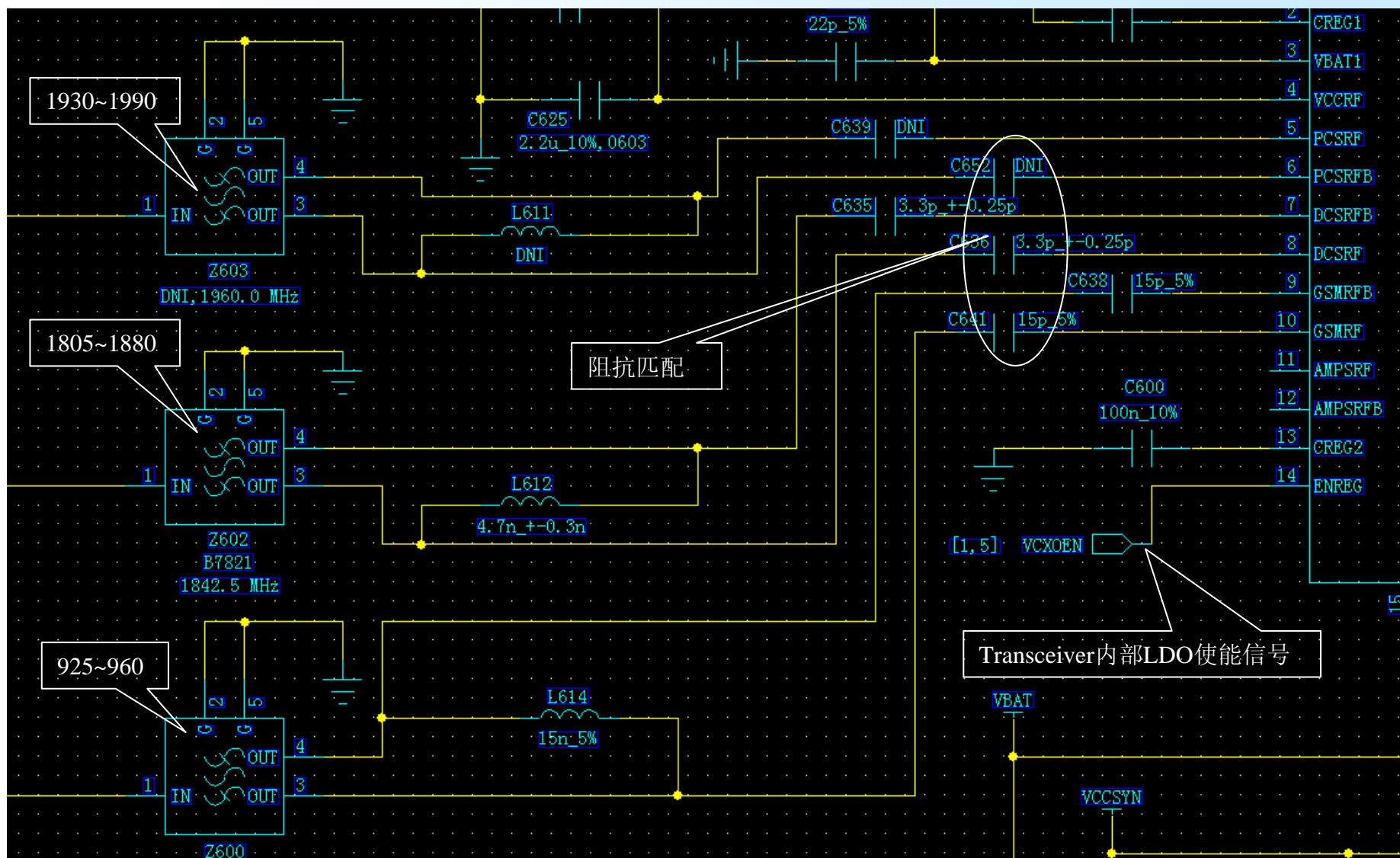
硬件电路原理 — 射频 — 前端开关

射频前端开关电路用于切换GSM/DCS/PCS的接收和发射，并抑制发射信号的带外杂散



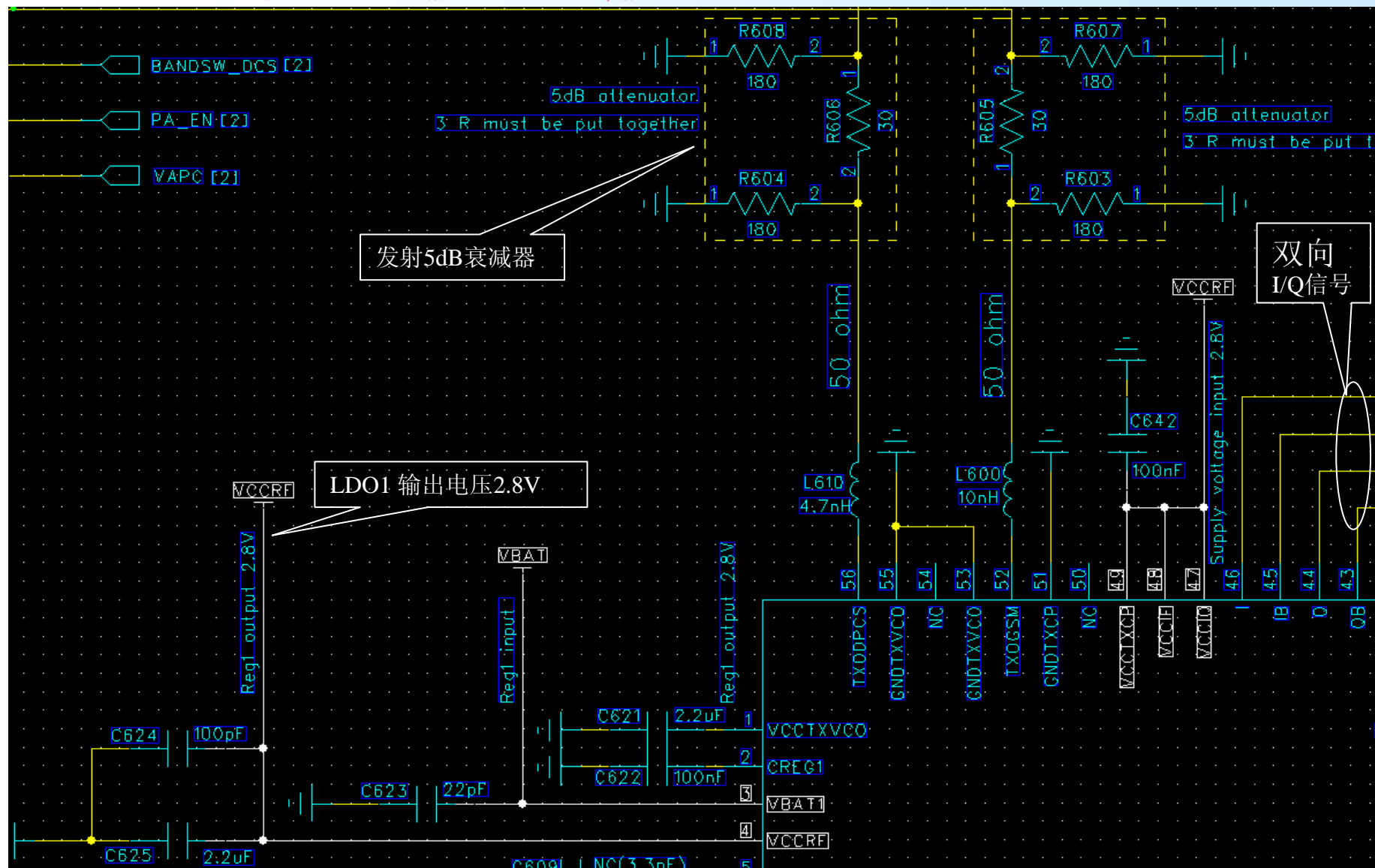
硬件电路原理 — 射频 — 接收滤波

接收滤波电路用于频道预选，从天线接收到的众多频率分量中选择所需要的GSM频段信号而滤除带外非GSM系统杂散信号，滤波器采用表面声波滤波器 SAW.

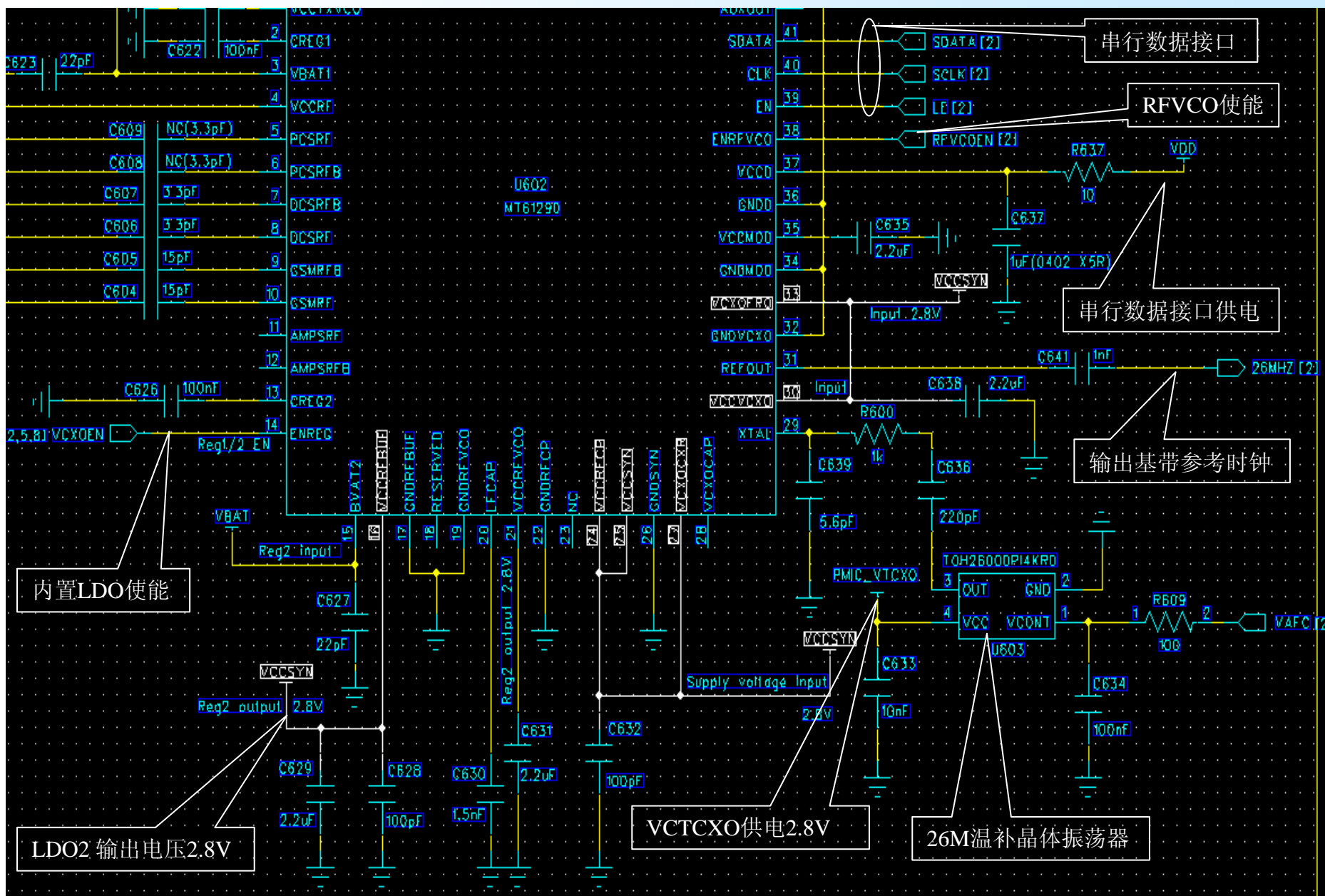


硬件电路原理 — 射频 — 供电

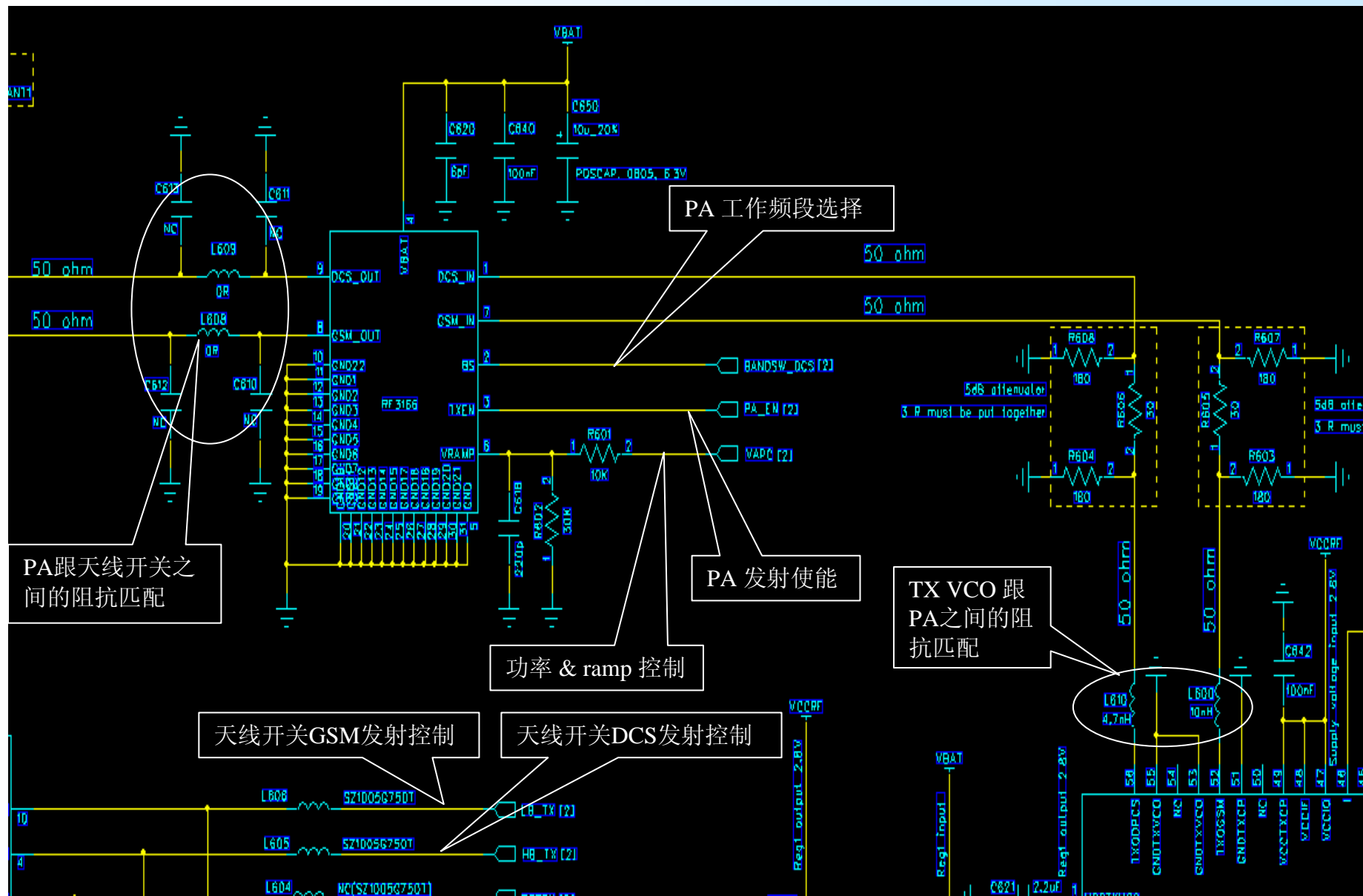
Transceiver内置了两个2.8V LDO，射频芯片各主要单元电路供电不需要电源管理IC提供，而是由自己的LDO提供，LDO的输入为VBAT,输出电压为2.8V



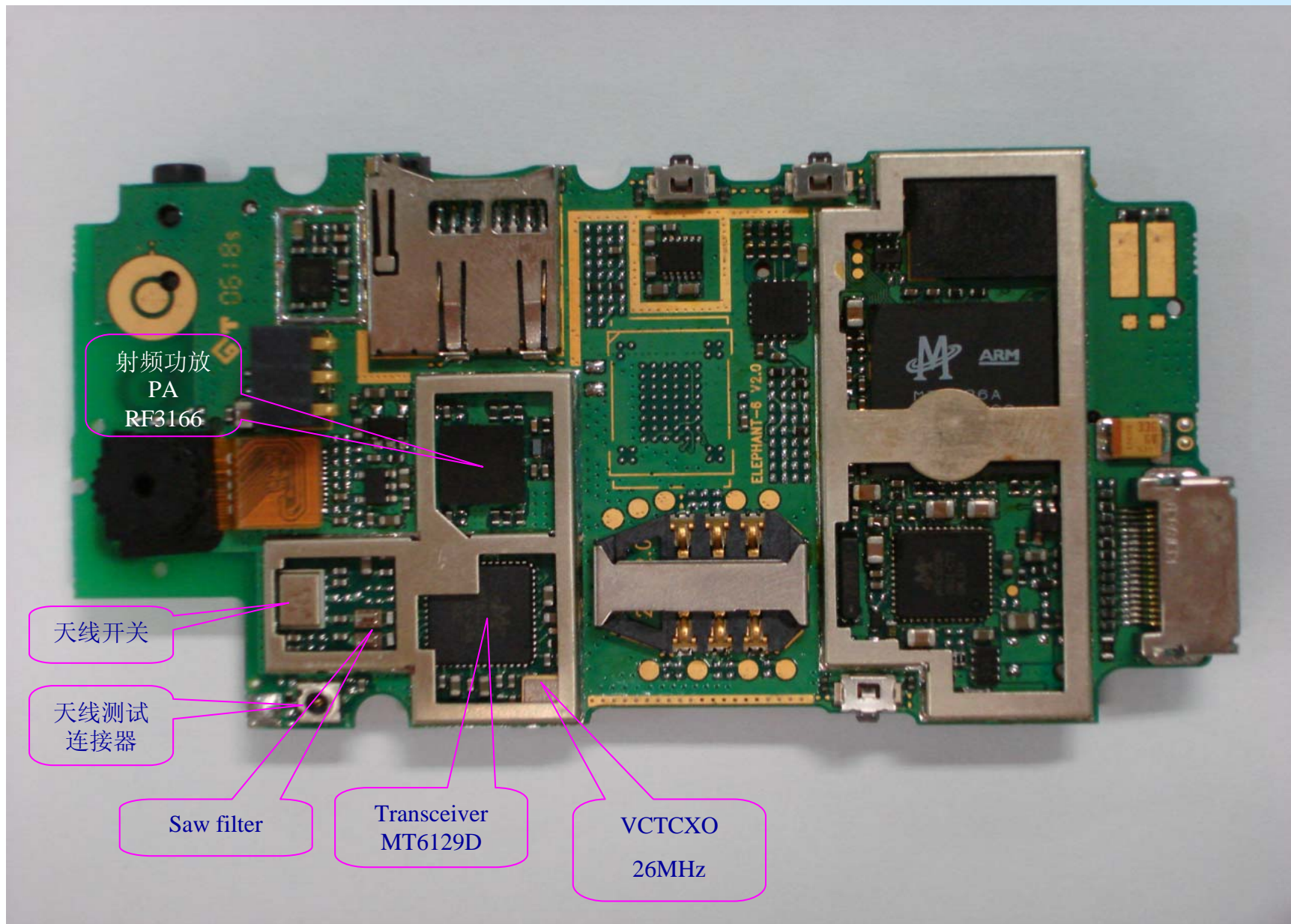
硬件电路原理 — 射频 — 供电



硬件电路原理 — 射频 — 发射功率放大

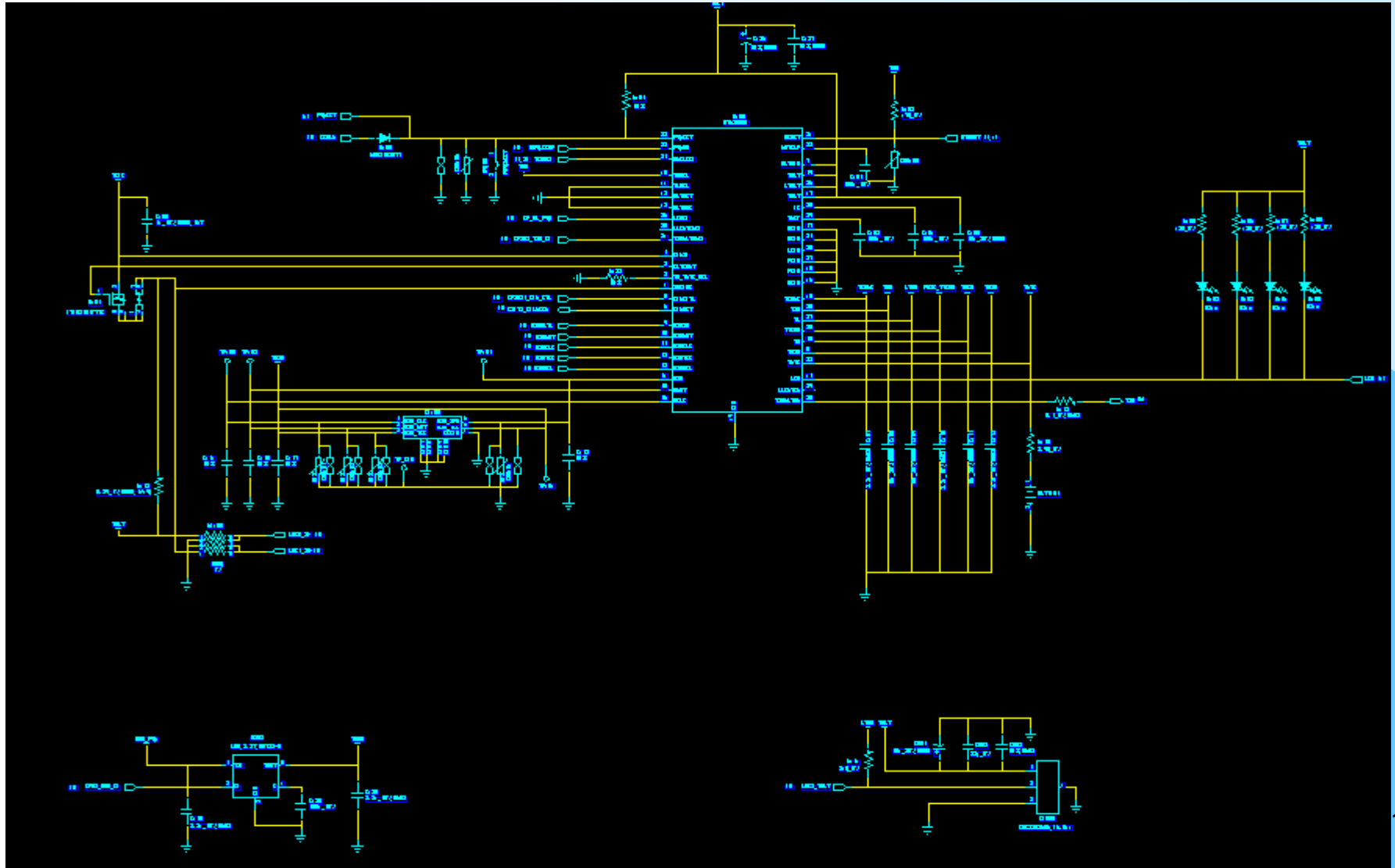


硬件电路原理 — 射频元器件识别



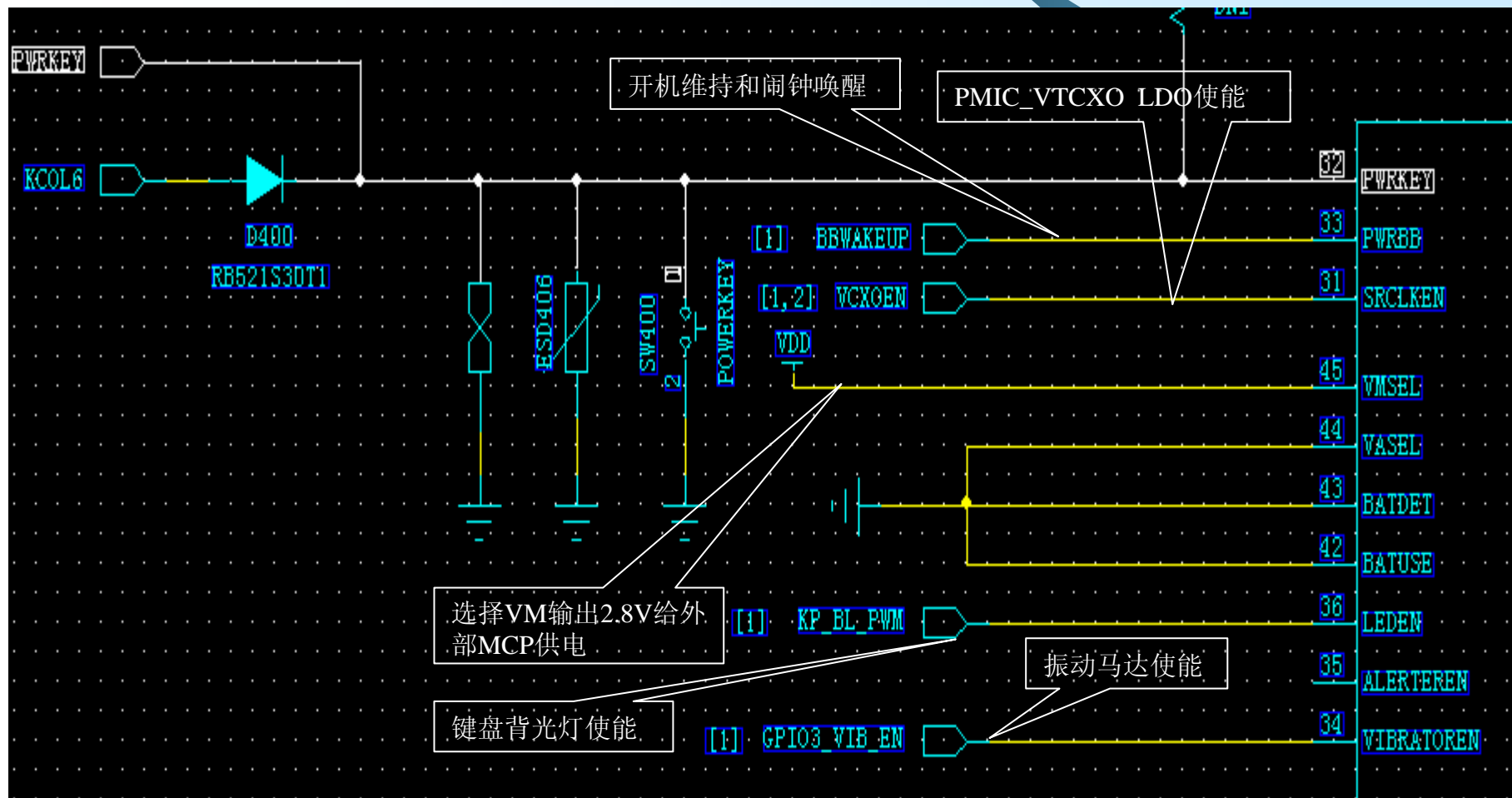
硬件电路原理 — 电源管理

Elephant整机供电系统由MT6305BN电源管理IC外加一颗3.3V LDO构成，能提供包括射频以外的其它各单元电路所需要的工作电压，射频部分的工作电压由射频IC MT6129D内部的LDO提供（射频IC串行接口电路和TCXO仍然由MT6305提供，射频PA由电池电压VBAT直接提供）。



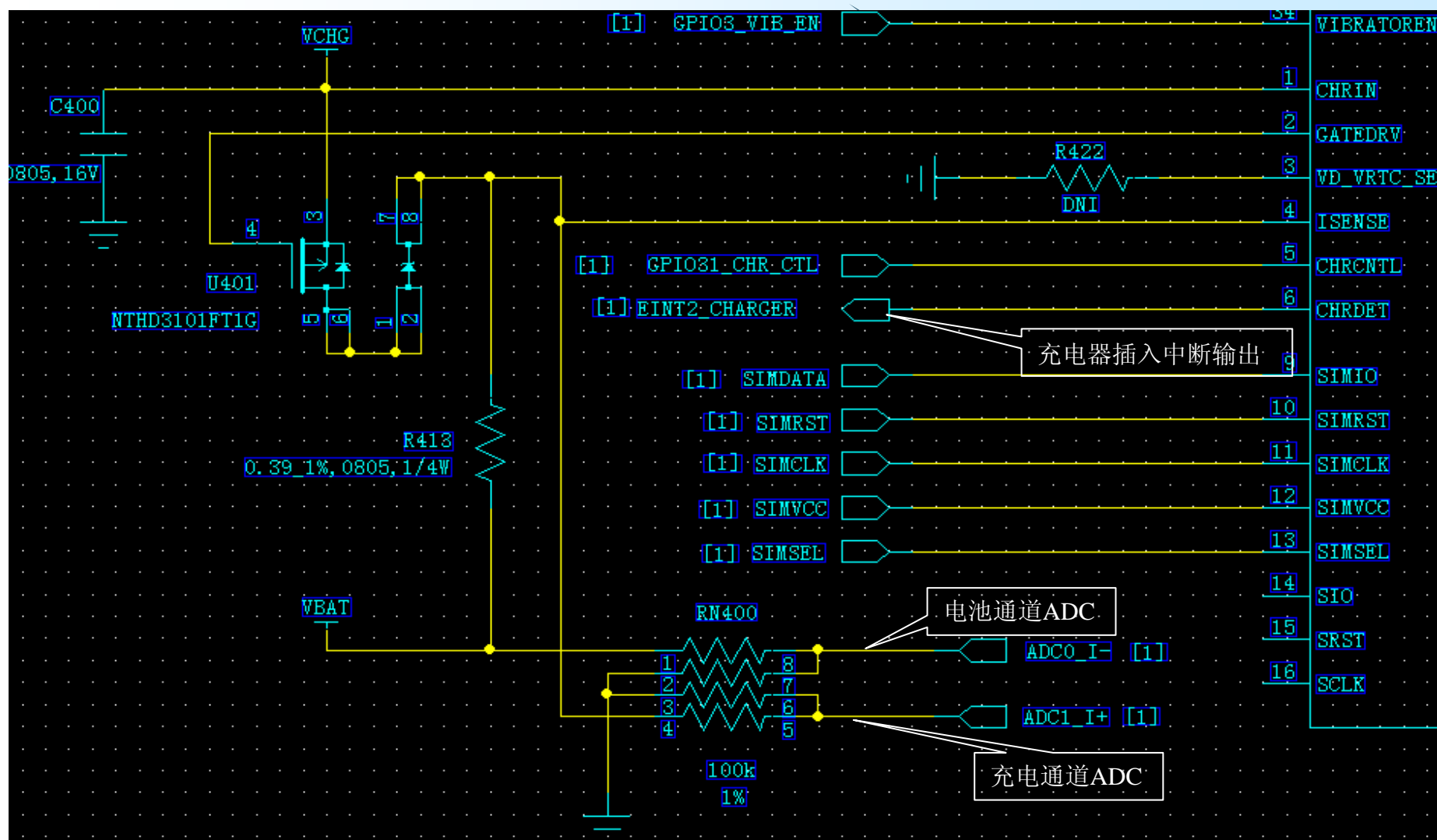
硬件电路原理 — 电源管理 — 开关机控制

Powerkey为整机的开关机控制，当开机时Pwoerkey下拉至GND，此时MT6305内部的各个供电模块被使能而开始输出各路电压，包括基带的Vcore，Vdd，Avdd，Vmem，Vsim，Pmic_vtcxo,各单元电路因为得到电压开始工作，手机运行程序实现开机，这时基带处理器送出高电平的BBwakeup信号维持各路LDO的输出从而维持开机。当定时开机或闹钟时间到的时候基带处理器同样送出BBwakeup信号实现自动开机，CPU通过检测Kcol6实现关机控制。VCXOEN为Pmic_vtcxo的使能信号，Vmsel上拉至Vdd控制Vm输出2.8V给Memory供电。Batuse接地选择使用锂离子电池供电（充电）。KP_BL_PWM和GPIO3_VIB_EN分别为键盘灯和马达的使能信号。



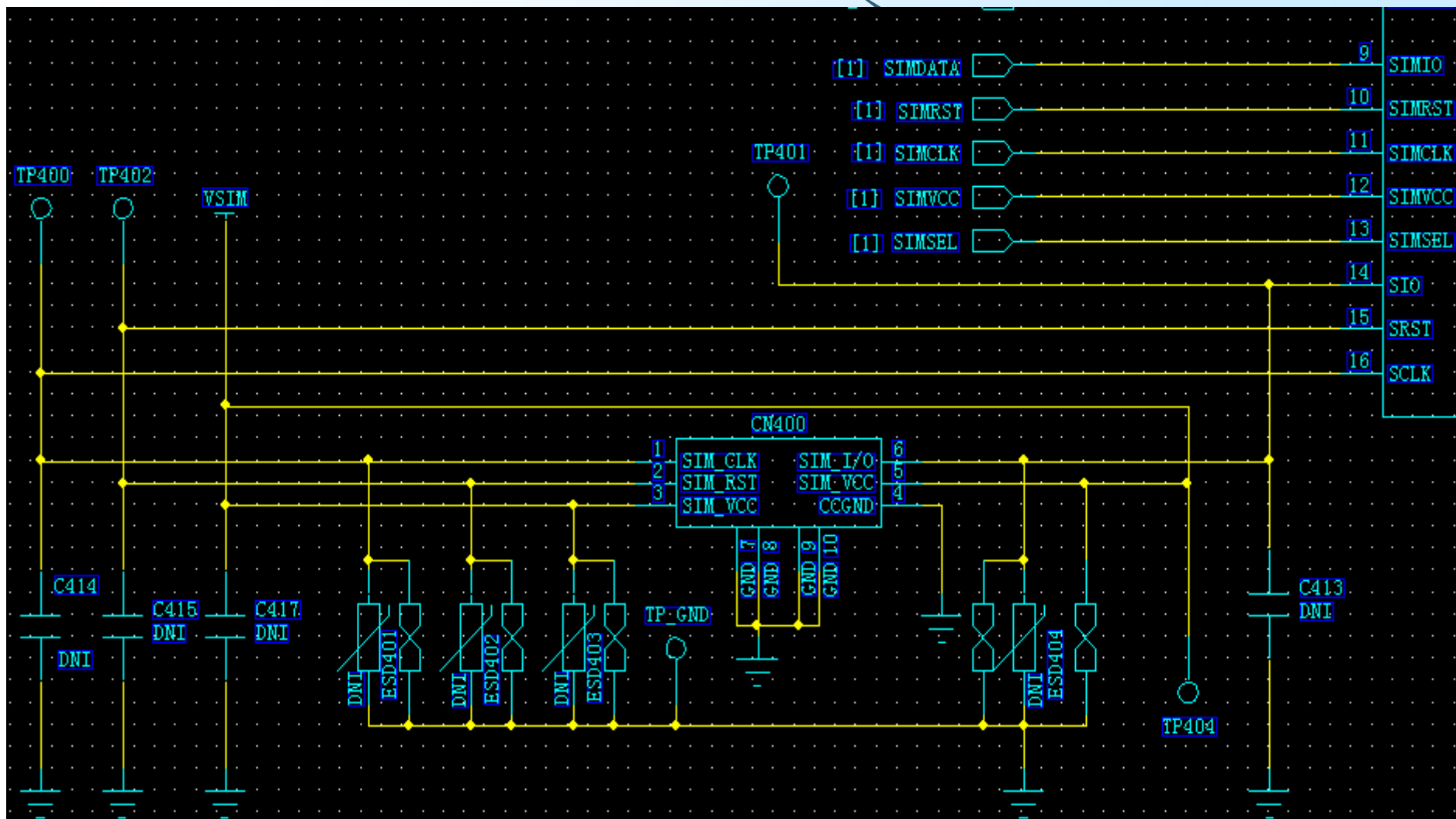
硬件电路原理 — 电源管理 — 充电控制

MT6305通过#1CHIRIN判断充电器的插入如果充电器电压正常就通过#6CHRDDET向CPU发出中断，CPU通过GPIO3_CHR_CTL控制MT6305，MT6305再通过#2 GATEDRV控制充电Mosfet U401来控制充电过程，通过#4 Isense检测并控制充电电流的大小。ADC0_I-和ADC1_I+用于电池和充电通道的ADC检测，通过测试ADC0和ADC1的电压差可以算出流经R413的充电电流。

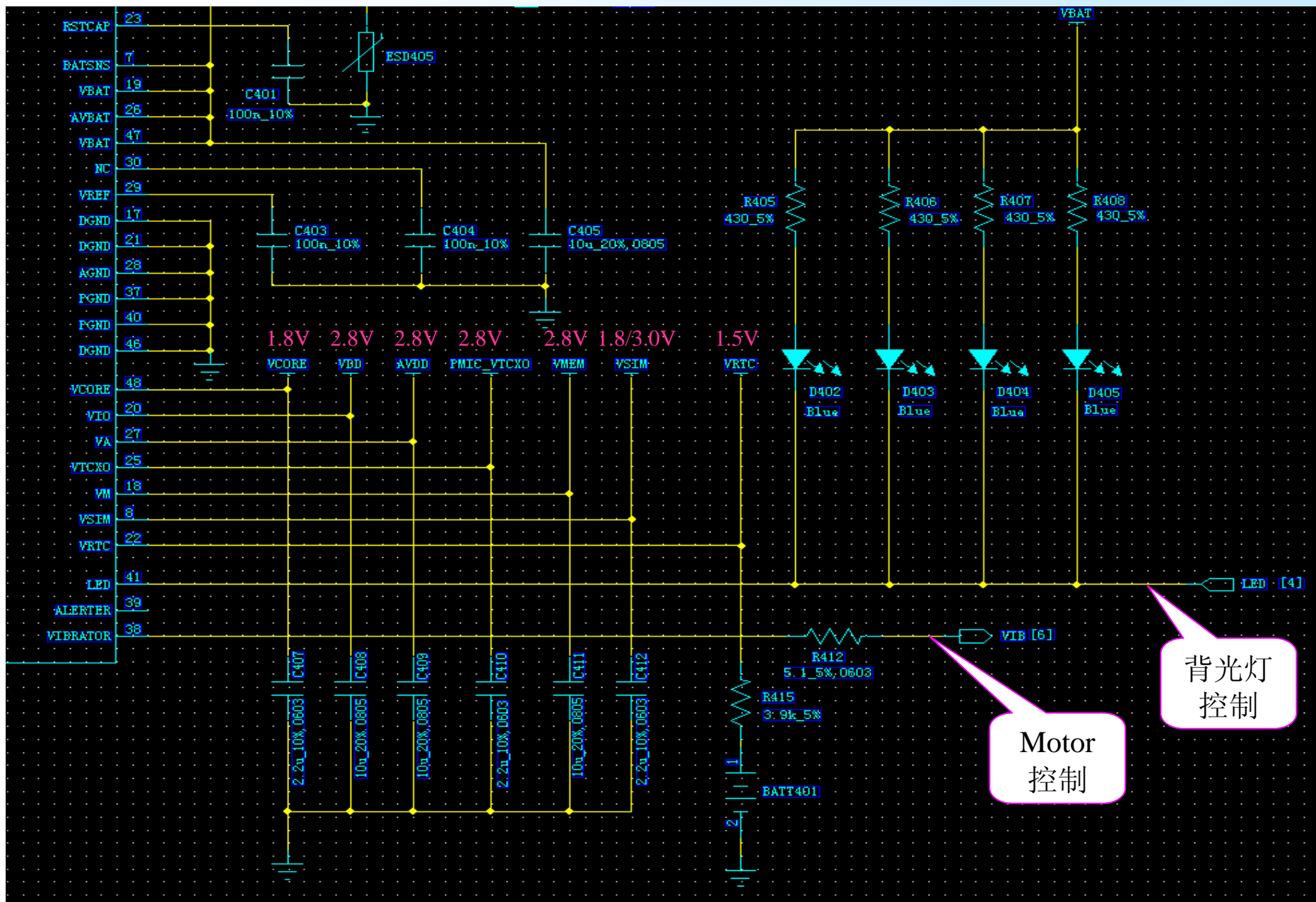


硬件电路原理 — 电源管理 — Sim卡接口

SIMDATA, SIMRST, SIMCLK为基带处理器送过来的数据，复位和时钟信号，其中SIMDATA为双向数据通道，SIMSEL控制MT6305 VSIM输出1.8V/3.0V给SIM卡供电，SIMVCC为VSIM的使能信号，这些信号通过MT6305的电平转换以后通过SIO, SRST, SCLK跟SIM卡实现通信。



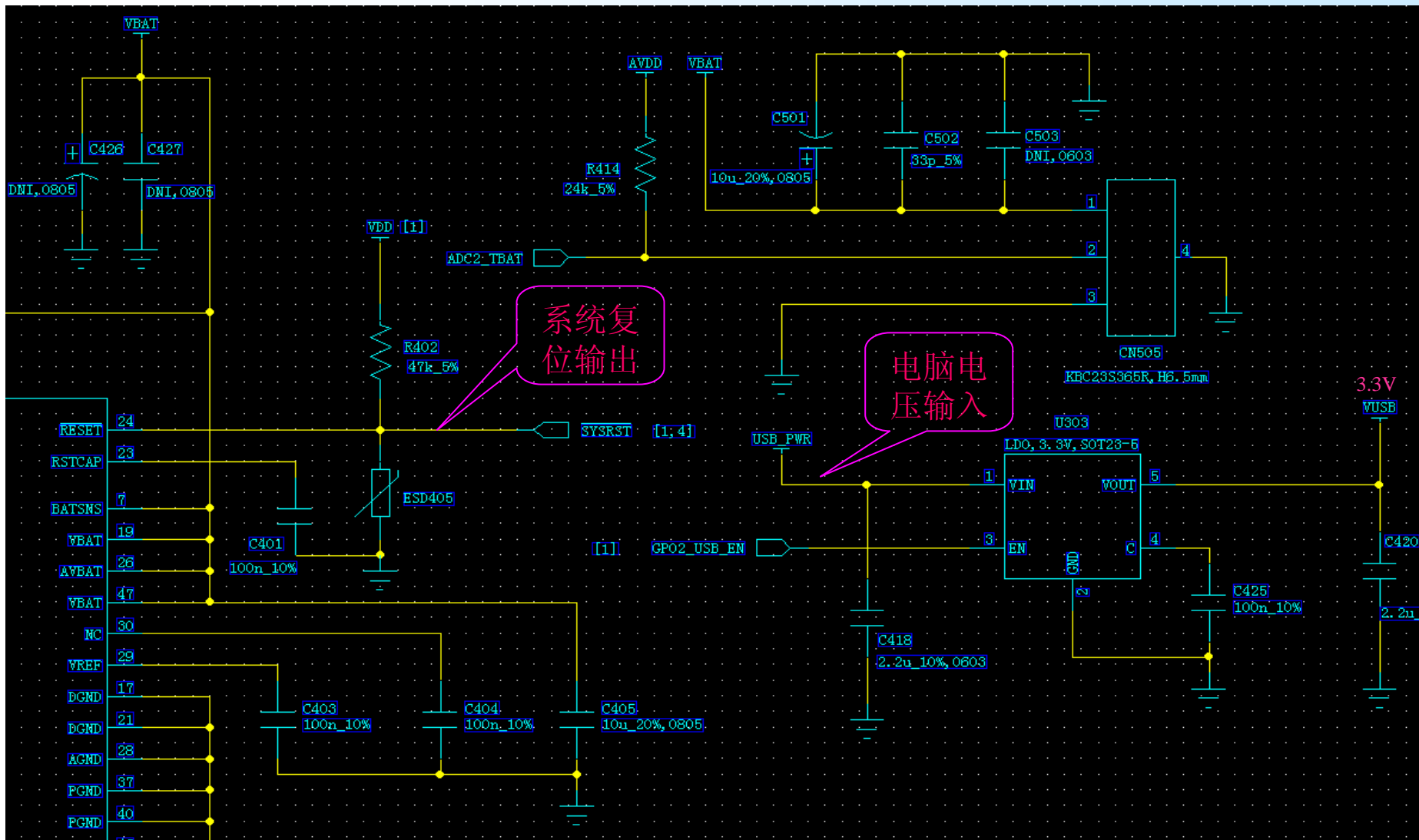
硬件电路原理 — 电源管理 — 内置LDO输出



硬件电路原理 — 电源管理 — 外部LDO

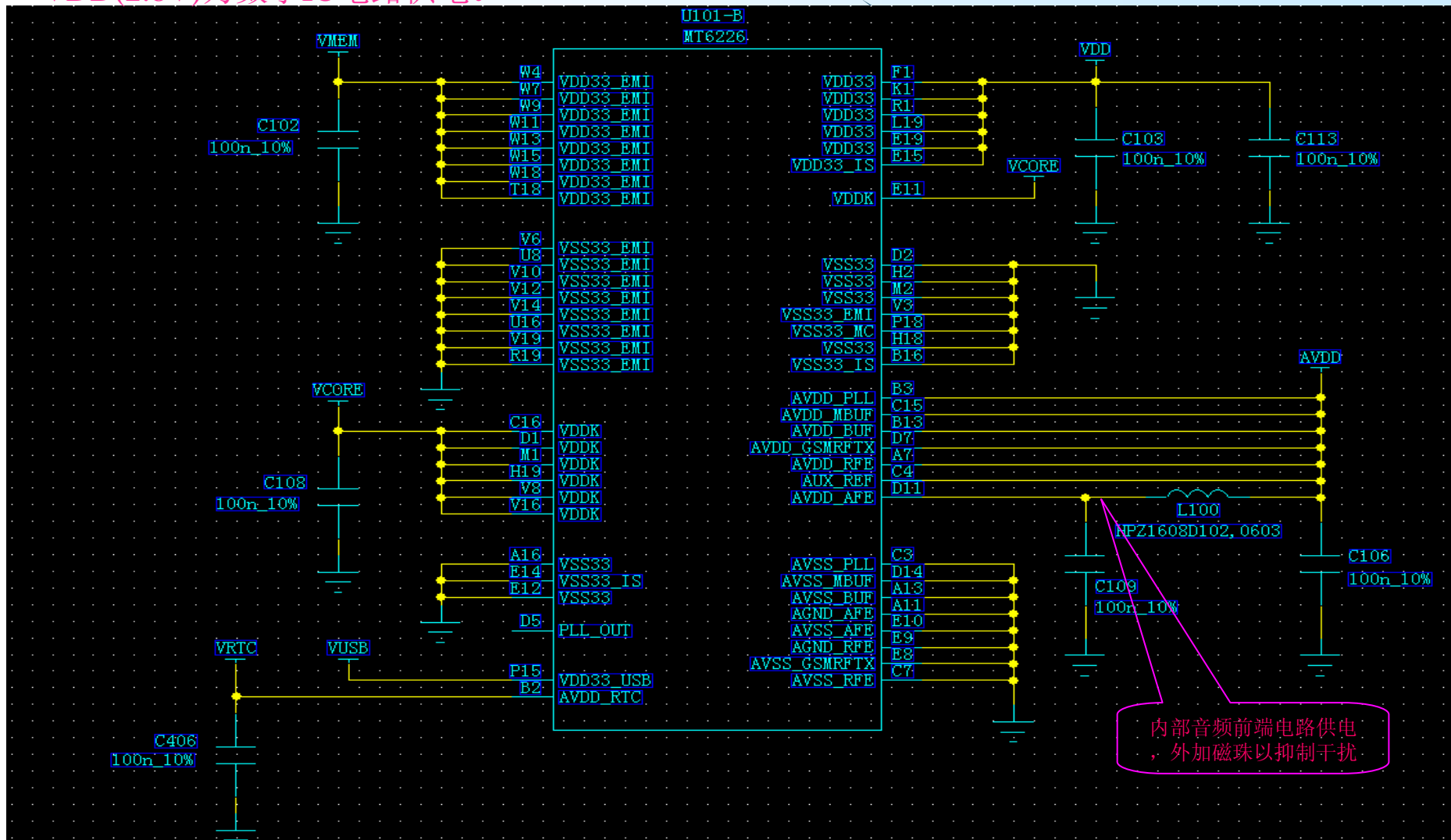
外部LDO U303为基带处理器内部的USB部分电路提供3.3V的工作电压，LDO的输入电压为电脑的USB_PWR，CPU检测到USB数据线插入的中断以后通过GPO2_USB_EN使能U303 LDO。ADC2_TBAT为电池温度检测ADC。

MT6305内部包含系统复位电路，能够在系统上电时对基带处理器和相关数字电路进行复位操作



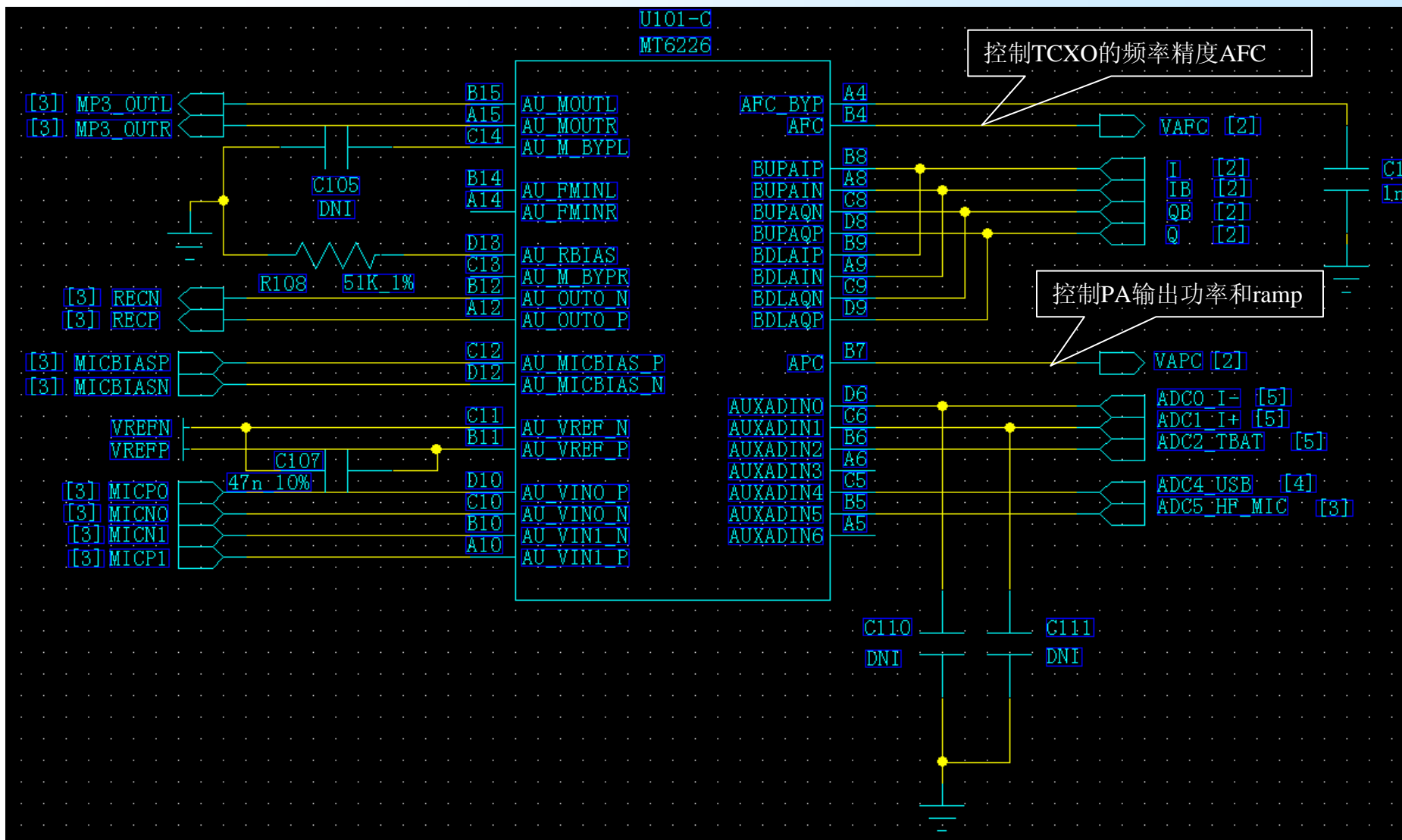
硬件电路原理 — 基带 — 供电

基带芯片MT6226根据内部不同的功能模块其供电也各自分开，VMEM (2.8V)为存储器接口驱动电路供电，VCORE (1.8V)为6226内核电路供电，VUSB (3.3V)为USB 内部收发器供电，VRTC(1.5V)为6226内部的实时钟电路供电，AVDD (2.8V)为IC内部的模拟电路供电，VDD(2.8V)为数字IO电路供电。



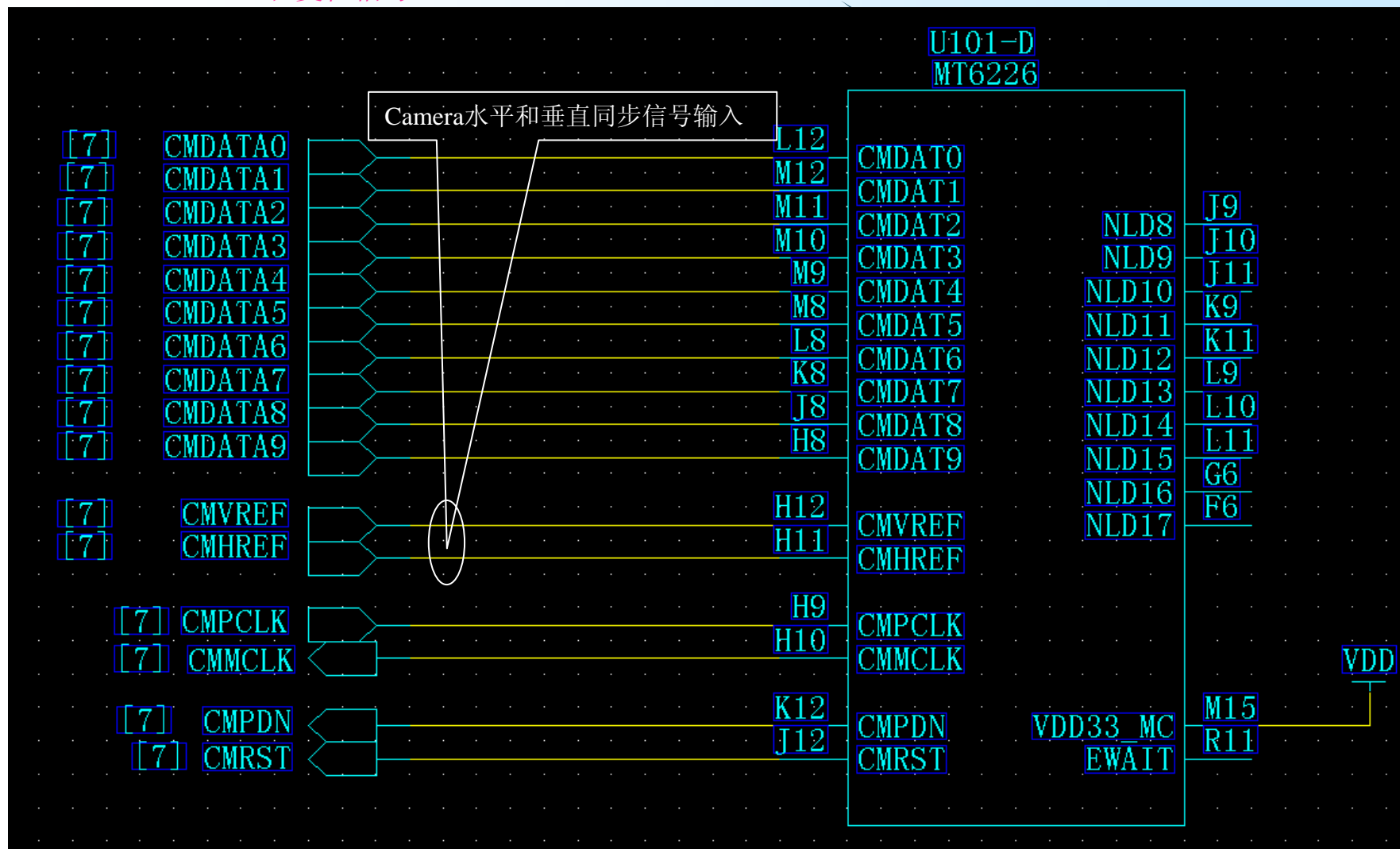
硬件电路原理 — 基带 — 模拟部分

基带模拟部分包括voiceband & baseband的ADC/DAC，音频输入输出，I/Q信号输入输出，射频PA功率控制的 APC DAC输出，AFC DAC输出，ADC输入等，MICBIAS为1.9V。

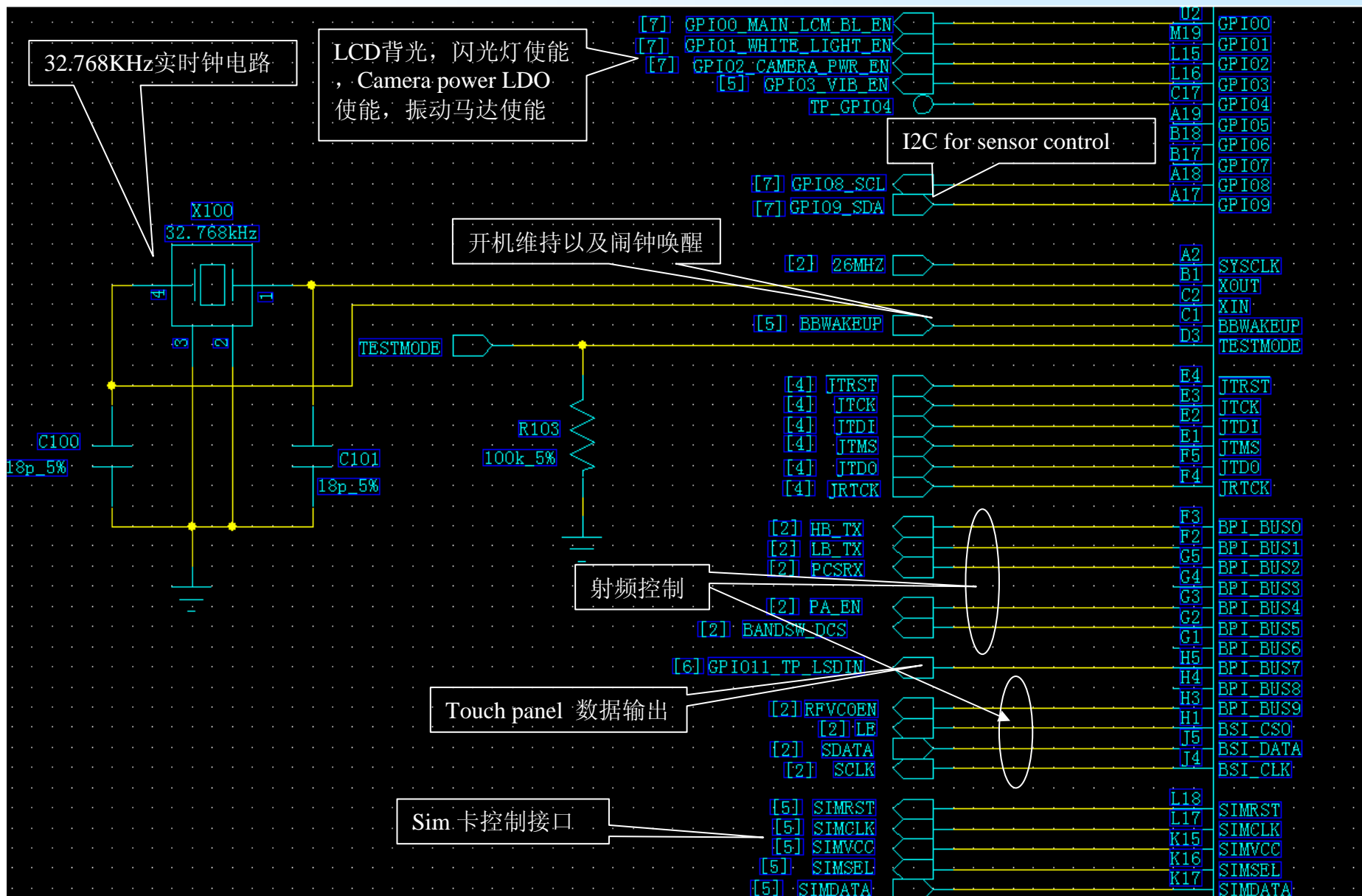


硬件电路原理 — 基带 — Camera接口

基带处理器的Camera接口主要包括10根图象传感器的数据输入CMDATA0~CMDATA9, Sensor垂直以及水平参考信号输入CMVREF & CMHREF, 象素时钟输入CMPCLK和主时钟输出CMMCLK, sensor PowerDown 和复位信号CMRST



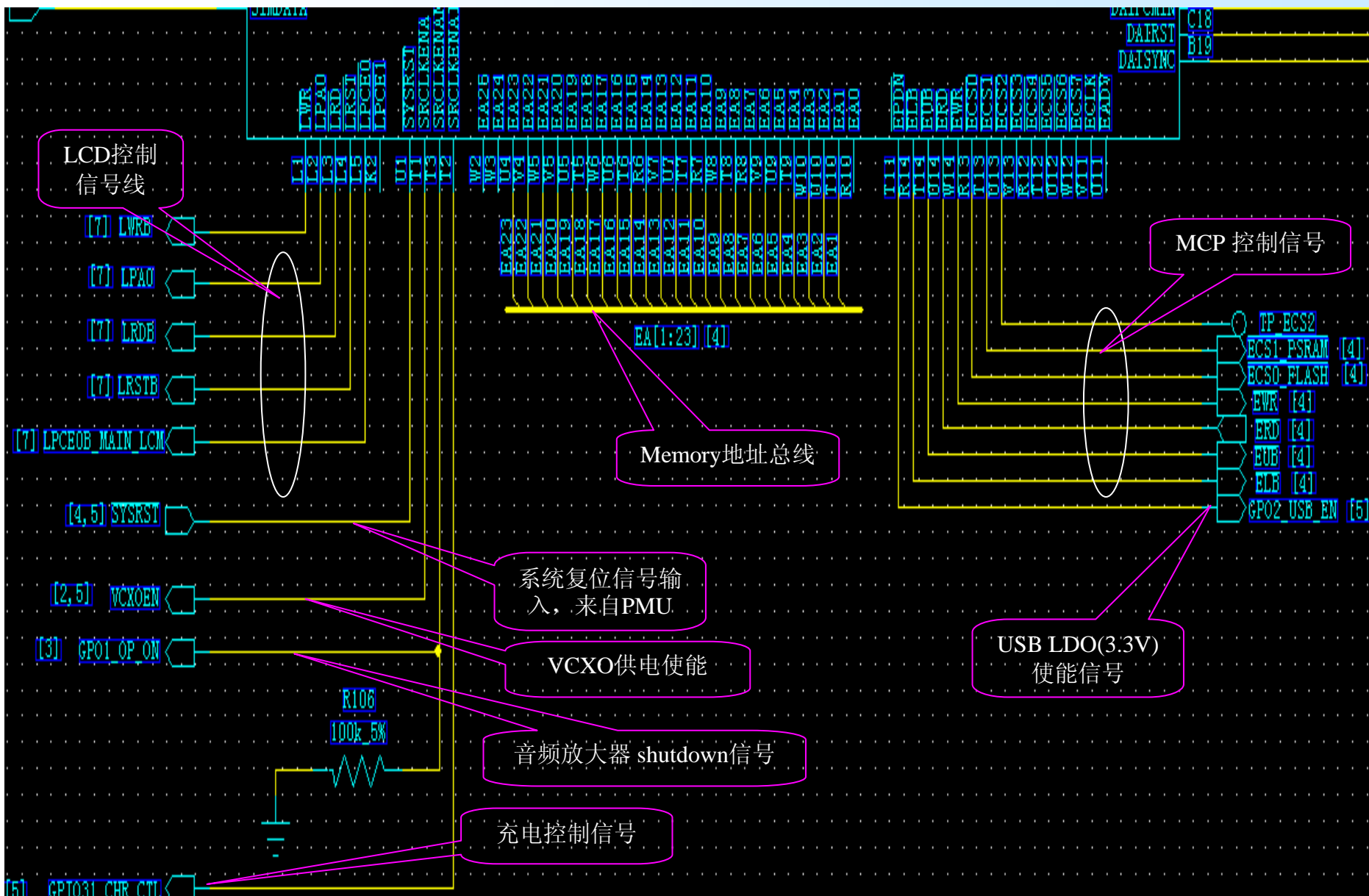
硬件电路原理 — 基带 — 数字逻辑控制 — 射频控制



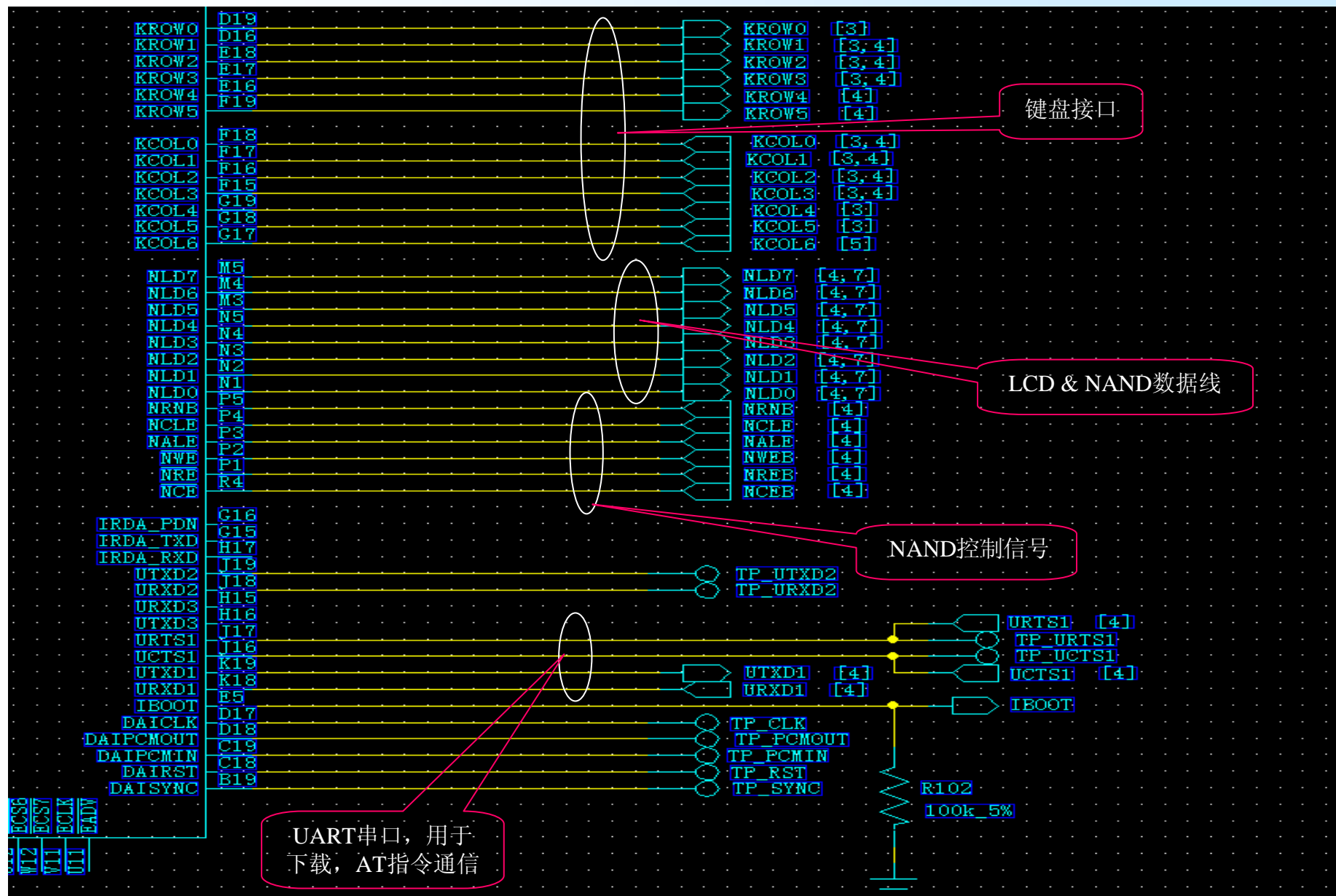
硬件电路原理 — 基带 — 数字逻辑控制 — 射频控制

基带处理器对射频控制的信号包括:射频前端的天线开关控制 **LB_TX**(当GSM发射突发脉冲来的时候为高电平)，**HB_TX**（当DCS/PCS发射突发脉冲来的时候为高电平)，**PCSRX**(当PCS接收时隙到的时候为高电平使能)，**PA_EN**（PA使能信号)，**BANDSW_DCS**（PA GSM/DCS/PCS放大器频段选择信号)，**RFVCOEN**（Transceiver RF VCO使能信号)，以及跟射频Transceiver 通信的串行控制总线：**LE**，**SDATA**，**SCLK**。三线串行接口用于基带处理器控制transceiver的工作，包括PLL合成信道频率数据，接收PGA增益控制数据以及transceiver各单元电路的控制数据。

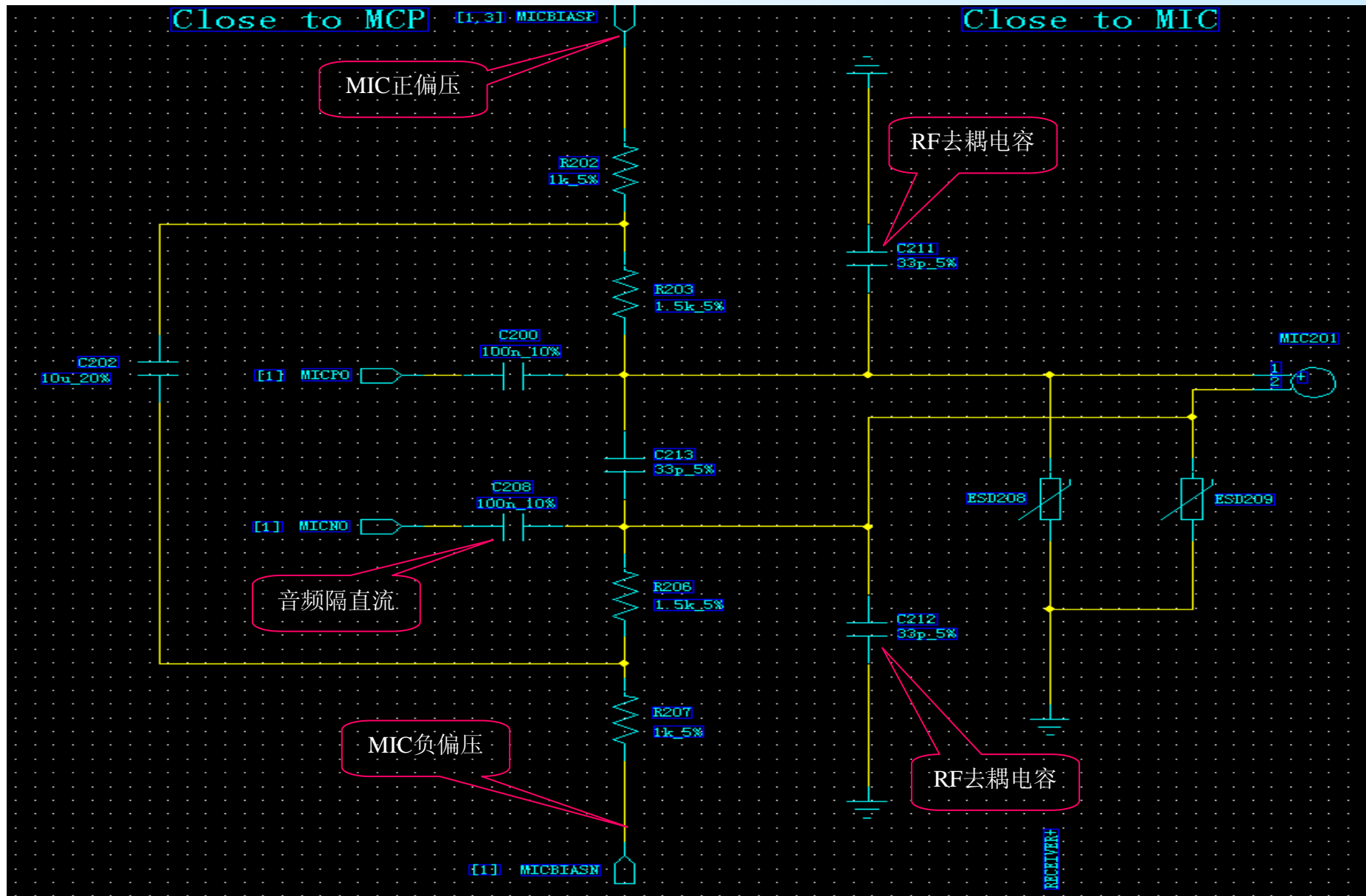
硬件电路原理 — 基带 — 数字逻辑控制



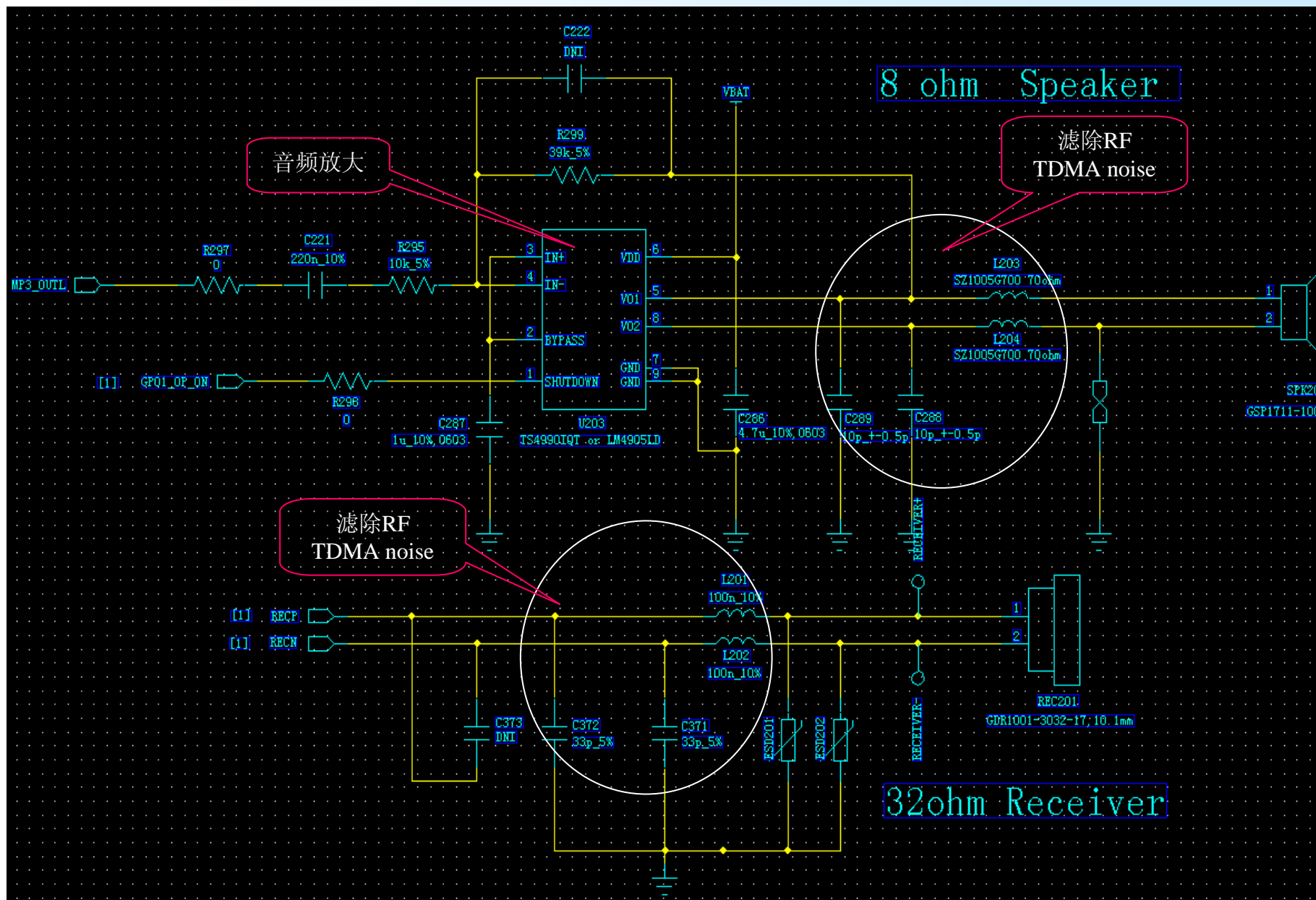
硬件电路原理 — 基带 — 数字逻辑控制



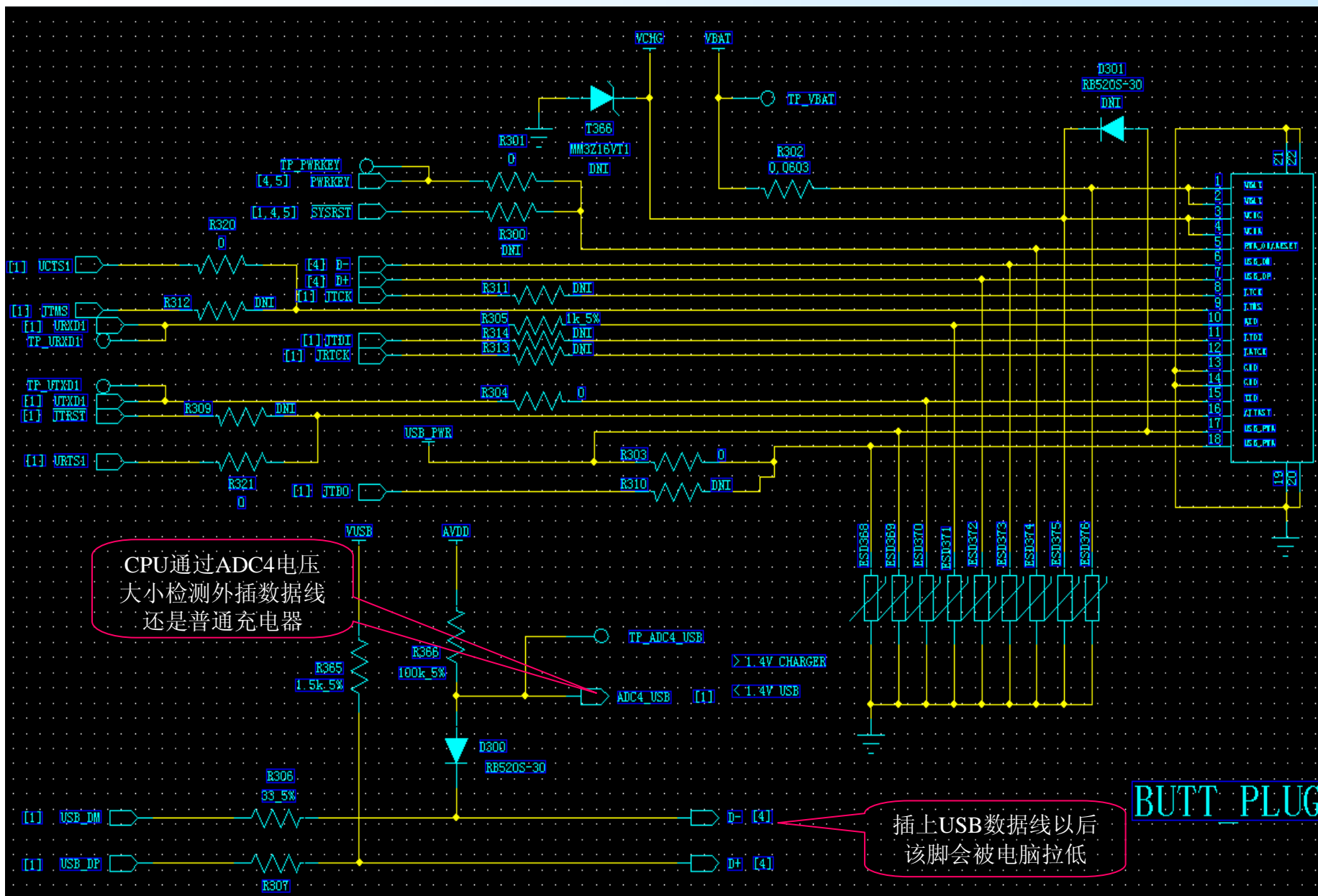
硬件电路原理 — 基带 — 发送音频



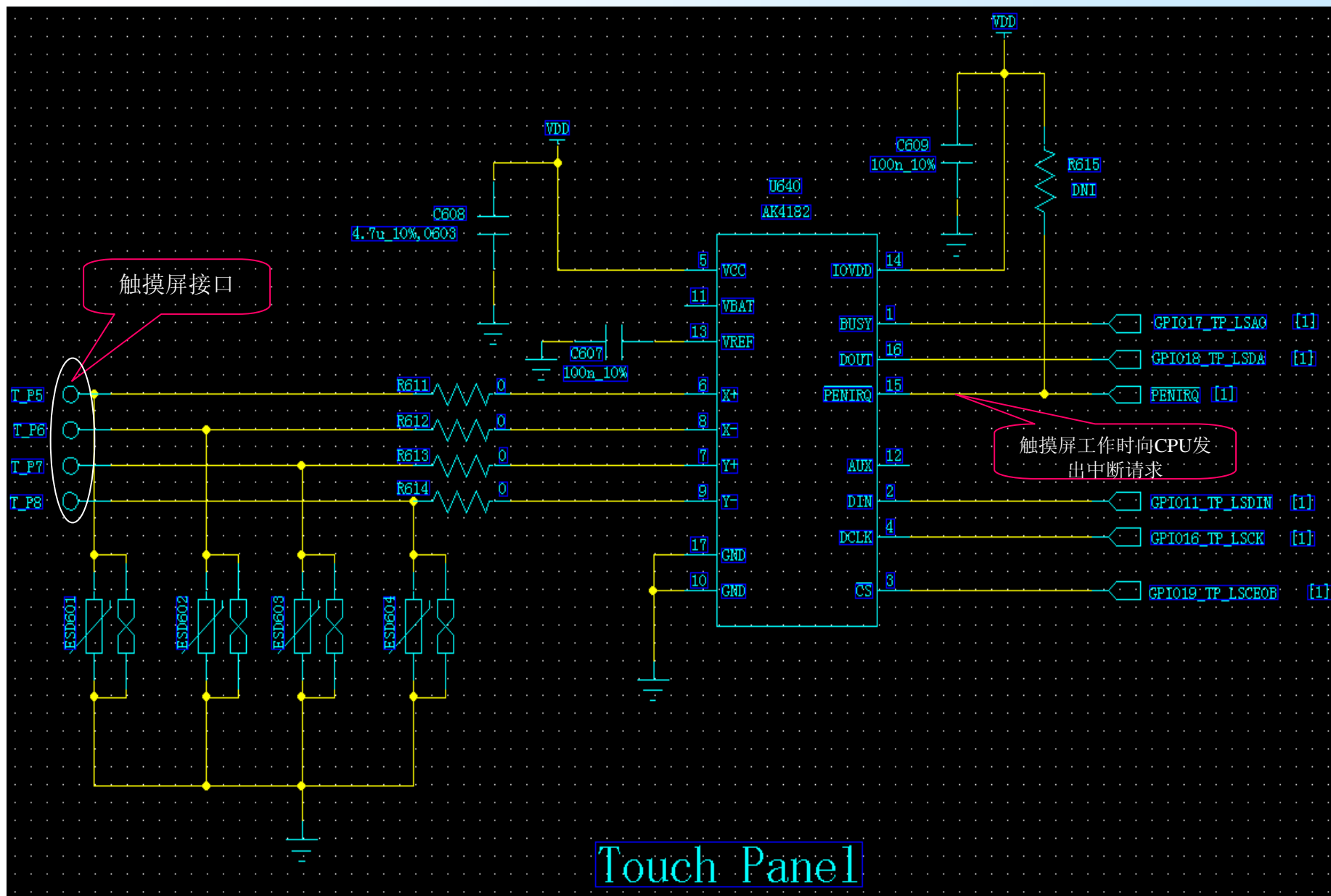
硬件电路原理 — 基带 — 接收音频



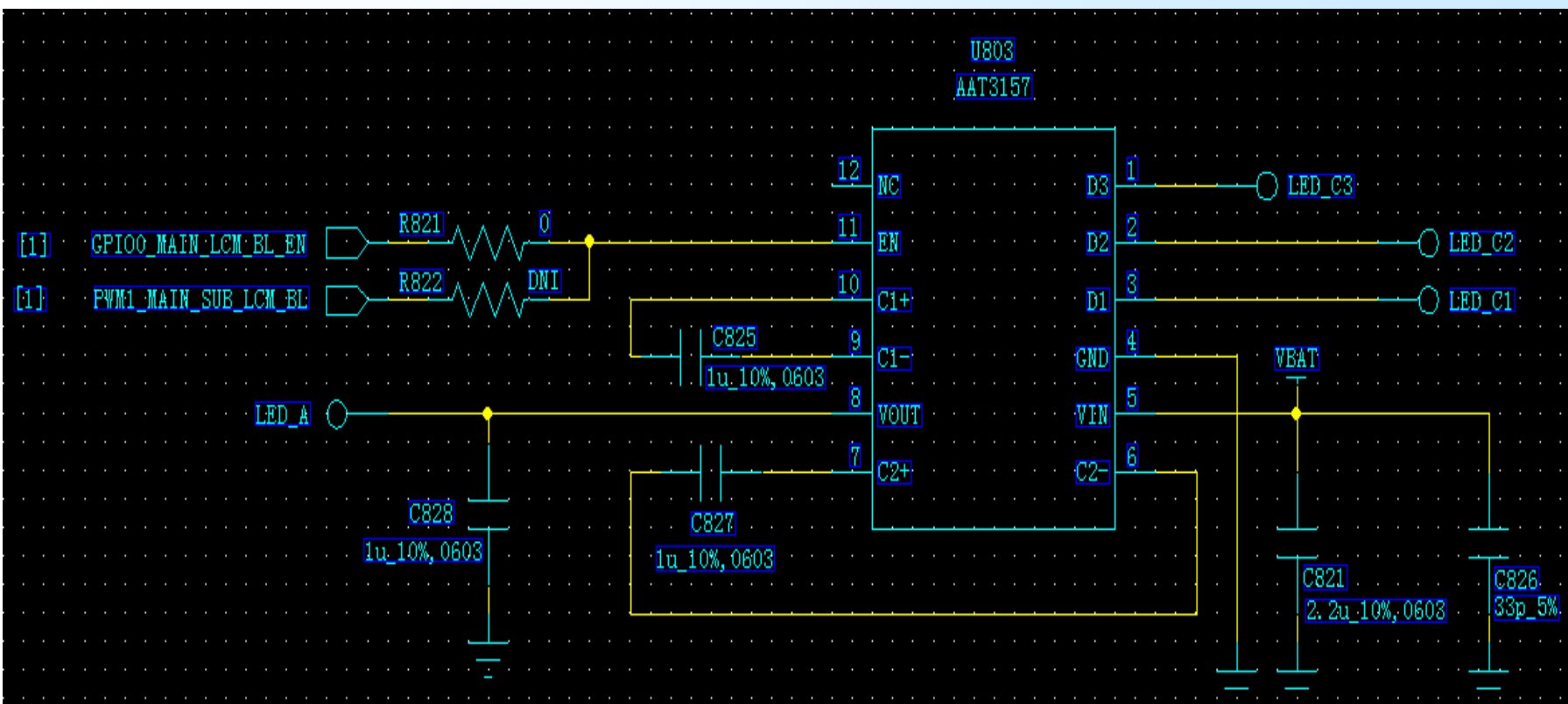
硬件电路原理 — 基带 — 18pin I/O



硬件电路原理 — 基带 — 触摸屏控制器

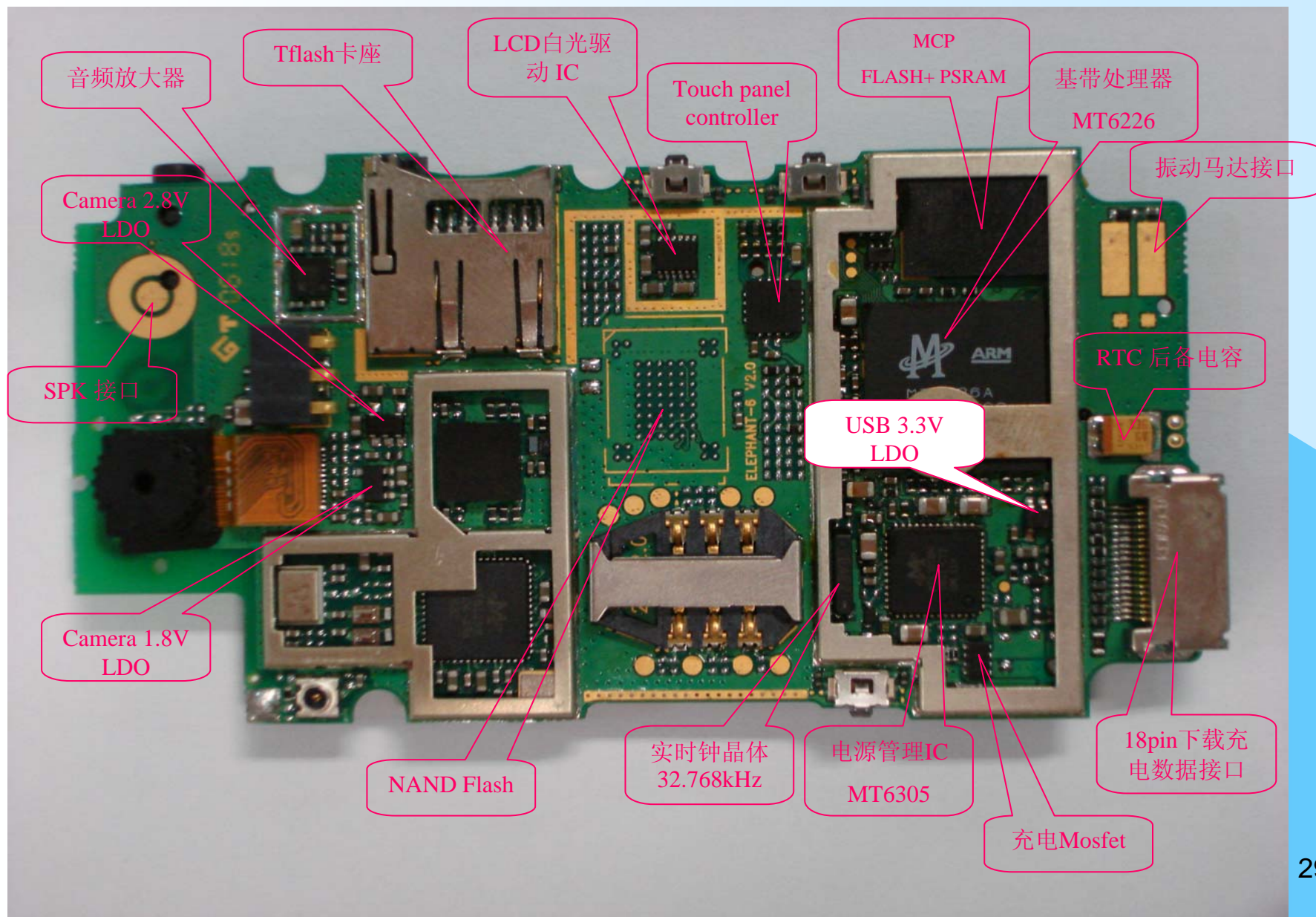


硬件电路原理 — 基带 — LCD背光驱动

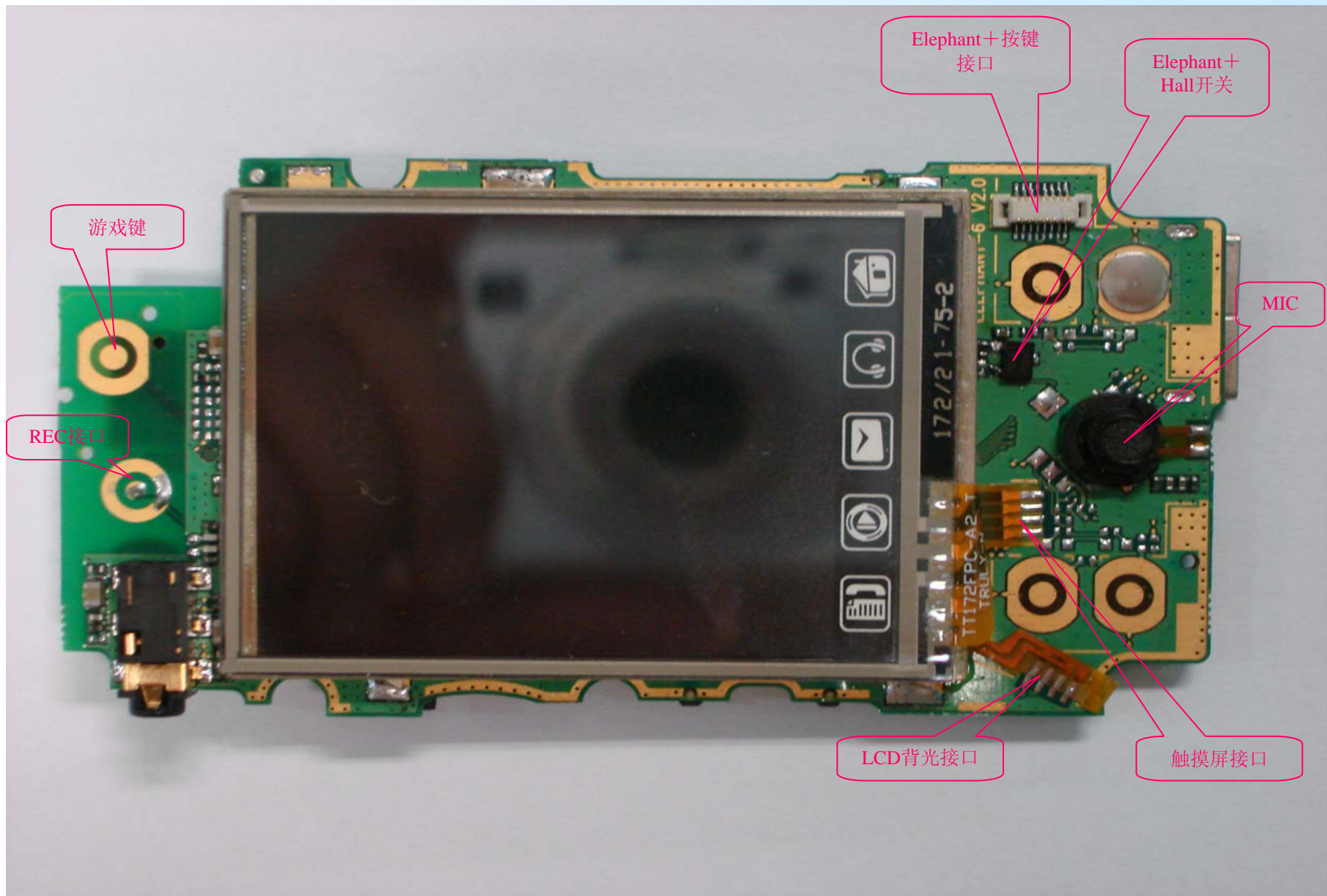


LCD Backlight Driver

硬件电路原理 — 基带元器件识别



硬件电路原理 — 基带元器件识别



射频校准原理和设置

一、生产线对每一个PCBA进行射频参数校准的必要性

➤由于PCBA元器件之间的硬件偏差导致的射频接收发射参数的偏差

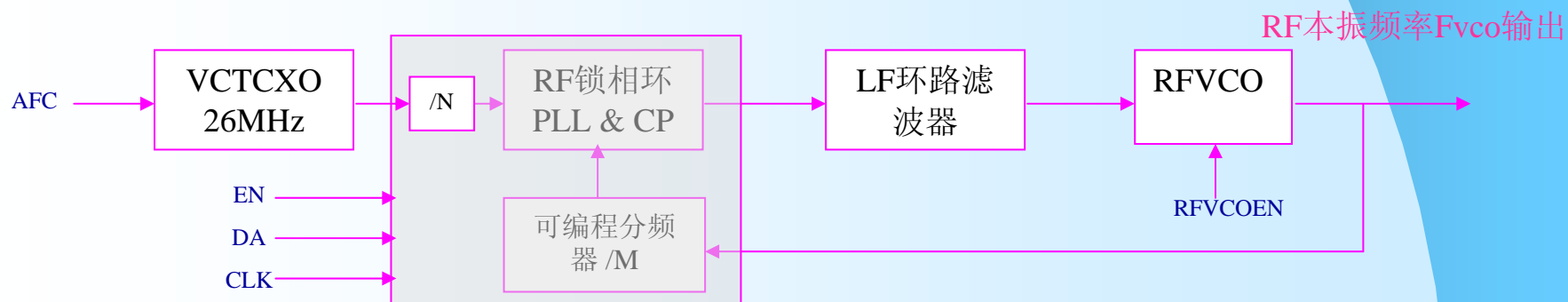
➤GSM规范苛刻的射频指标要求,包括接收电平, 发射功率, 频率误差等。

二、校准基本原理—利用软件参数的方法来补偿硬件一致性偏差带来的射频参数偏差。MTK软件提供可以用来存储射频校准参数的数据结构(对应CAL.ini文件)和校准软件工具ATE。手机在实际网络工作的时候会调用这些已经校准的参数来优化射频的性能。

三、手机射频参数校准的内容和合格范围：

手机的射频包括接收机，发射机和频率合成器电路，软件校准也是针对这三部分的硬件参数进行校准的

✓频率合成器校准（即AFC校准），手机的频率合成器由PLL锁相环构成，如下图：



射频校准原理和设置—AFC校准

由锁相环的原理知道，在锁相环锁定以后RF VCO的输出频率： $F_{vco}=26M/N$ ，即RFVCO的频率稳定性和频率精度由26MHz晶体振荡器的频率精度决定，所以校准射频频率合成器的频率精度就等于是校准26MHz晶体振荡器的频率精度。GSM规范要求手机的发射和接收信道频率精确度要在0.1ppm之内，手机通过接收基站的频率校准信道的信息，然后通过AFC去控制射频的VCTCXO可以将射频的频率误差控制在0.1ppm之内。可是每个TCXO之间存在着硬件偏差，所以需要校准。

AFC校准参数：Initial DAC value; Slope;

■AFC 初始DAC值 Initial value，该值的范围从0~8191，对应AFC控制电压0~2.8V，校准完以后该值应该对应常温频率误差等于0的值，如三星TCXO校准完以后Initial value 为4750

■压控灵敏度slope，AFC slope 为单位DAC值能改变的射频频率误差，比如三星TCXO slope为2.7代表AFC DAC值每增加/减少1，对应的射频频率将增加/减少2.7Hz，手机通过比较本身产生的射频频率跟基站广播信道频率的误差计算出应该增加或者减少的AFC DAC值，从而保持跟基站频率同步，跟基站的频率误差控制在0.1ppm之内。

射频校准原理和设置—RXLEV校准

✓ 接收机校准

GSM手机接收机应能对接收到的基站信号强度进行测量并且在可用的输入信号电平范围内应能通过SACCH向基站汇报接收到的信号强度RXLEV

RXLEV跟接收信号强度的对应关系如下表:

RXLEV = 0	RX < -110 dBm
RXLEV = 1	-110 dBm ≤ RX < -109 dBm
RXLEV = 2	-109 dBm ≤ RX < -108 dBm
RXLEV = 3	-108 dBm ≤ RX < -107 dBm
...	...
RXLEV = 61	-50 dBm ≤ RX < -49 dBm
RXLEV = 62	-49 dBm ≤ RX ≤ -48 dBm
RXLEV = 63	RX > -48 dBm

接收信号强度递增

GSM规范要求 在静态测试条件下, 在信号强度为-110 dBm ~ -48 dBm范围内不同的输入信号电平手机在不同的信道对 Rxlev的测量相对精度应满足下表容限要求。

接收机的绝对输入电平 (dBm)		允许容差 (dB)	
GSM4类功率等级移动台	DCS1类功率等级移动台	测量基于同频段	测量基于不同频段
≥ -88 dBm	≥ -86 dBm	-2 ~ +2	-4 ~ +4
≥ -101 dBm	≥ -99 dBm	-3 ~ +2	-5 ~ +5
< -101 dBm	< -99 dBm	-4 ~ +2	-6 ~ +6

射频校准原理和设置—RXLEV校准

接收机RXLEV校准主要是校准Transceiver内部中频放大器PGA的增益设置，以抵消接收机前端无源器件（包括天线开关和Saw filter）的路径损耗，让手机向基站汇报的接收电平为手机天线端实际接收到的RXLEV，MTK平台对接收电平RXLEV的校准叫做 RX PATH LOSS 校准。校准时对整个频段分成若干频率区间段进行，如下：

[GSM900 Sub band, RX loss]

Max ARFCN=15,30,45,60,75,90,105,124,975,1000,1023,-1

RX loss=1.500,1.375,1.625,1.875,1.875,1.875,2.000,2.000,2.250,1.625,1.500,0.0000

[DCS1800 Sub band, RX loss]

Max ARFCN=550,590,620,650,680,710,740,770,810,850,885,-1

RX loss=0.750,0.750,0.625,0.500,0.500,0.625,0.875,1.000,1.375,1.875,1.625,0.0000

指定每个校准频率区间的最高信道号

每各频率区间对应的 RX loss

射频校准原理和设置—APC校准

✓发射功率校准APC

GSM由于采用发射机动态功率控制机制，手机在通话过程中其发射功率随着其离基站远近而自动由基站调整，**GSM900**手机的发射功率有5~19一共15级,功率电平控制分别对应于33~5dBm。**DCS1800**手机发射功率有0~15一共16级,功率电平控制分别对应于30~0dBm,每增加一级电平，手机发射功率下降2dB。功率级别由基站控制完成。

在静态传输条件下，发射机各功率等级的载频峰值功率及容限值应满足下表的要求

GSM900 4类功率等级移动台			DCS1800 1类功率等级移动台		
Power LEV	发射机输出功率dBm	功率容限	Power LEV	发射机输出功率dBm	功率容限
5	33	±2dB	0	30	±2dB
6~15	31~13	±3dB	1~8	28~14	±3dB
16~19	11~5	±5dB	9~13	12~4	±4dB
			14~15	2~0	±5dB

在满足上表的功率容限的前提下，二相邻功率等级的功率差应大于0.5dB且小于3.5dB

发射功率APC校准的目的是让手机在每个发射功率等级天线的输出功率等于**GSM**的标称输出功率
MTK平台APC校准主要是校准每个功率等级的PA APC DAC值，并把它存到手机NVRAM里面，如下：

GSM TX power level=156,163,171,184,201,221,246,277,313,355,406,466,541,608,688,688

对应lev19 DAC

对应lev18 DAC

.....

对应lev6 DAC

对应lev5 DAC

ADC校准

ADC校准用于校准基带ADC（模数转换器）对模拟电压测量的精度，校准分电池通道和充电器通道对基带处理器内部的两个ADC进行校准，包括如下两个ADC参数的校准：

offset=94507,94408,94507,94507,94507,94507,94507

slope=5410,5396,5410,5410,5410,5410,5410

校准文件介绍

利用ATE对手机进行射频和ADC校准需要用到如下一些文件：

NVRAM Database；Flash的Nvram区用于存储手机的一些基带和射频参数，Nvram database相当于定义了这些参数存储的数据结构

Setup.ini 例如：CROCODILE_8960_Setup_060914.ini

Cal.ini 例如：Crocodile_Cal_060914.ini

Cfg.cfg 例如：CROCODILE_CFG_060914.cfg

Setup.ini文件是系统设置文件，用于校准终测时对系统测试仪器设置和初始化，包括终测仪，电源的GPIB地址，串行通信口，其它相关校准文件的路径，终测时呼叫建立的信道设置，cell power功率设置，测试项目设置，校准设置，cable loss设置等。

Cal.ini文件为手机校准之前的缺省参数，包括射频接收Path loss参数，AFC参数，发射power level DAC值和ramp profile参数，ADC参数，这些缺省参数在手机校准之前校准程序会先把它写到手机的NVRAM里面，然后在这些缺省参数的基础上进行校准。其中ramp profile参数是手机发射突发脉冲的PvT参数，只是在校准的时候写到手机里面，程序不会对这些参数进行校准，这些参数在研发的时候会根据PA的类型预先调好。只要PA是一样的ramp profile参数就是一样的，不同类型的PA这些参数不一样。

Cfg.cfg文件为校准的配置文件，内容包括综测仪GPIB地址和cable loss设置（只有用META校准的时候才用这些参数，用ATE校准的时候cable loss是在setup.ini文件读取），校准的频段和每个频段用来校准的信道设置，RX path loss的limit范围设置，AFC limit范围设置，发射各个功率等级的目标功率以及limit 范围设置，ADC的limit 范围设置等。校准结果是Pass还是fail程序就是靠检测校准结果有没有落在cfg文件的limit设置范围内来判断的。

Thank You

