

# 君正<sup>®</sup> JZ4780

硬件设计指南

版本: 1.1

日期: 2013 年 12 月

---



北京君正集成电路股份有限公司  
Ingenic Semiconductor Co., Ltd.

# 君正 JZ4780

## 硬件设计指南

Copyright © Ingenic Semiconductor Co. Ltd 2012. All rights reserved.

### Release history

| Date    | Revision | Change  |
|---------|----------|---|
| 2013.4  | 1.0      | 1、第一版   |
| 2013.12 | 1.1      | 1、增加原理图要求中的电路图片。<br>2、增加 HDMI 部分原理图的说明。<br>3、增加地完整性的放大图片。<br>4、更改公司地址 |

### Disclaimer

This documentation is provided for use with Ingenic products. No license to Ingenic property rights is granted. Ingenic assumes no liability, provides no warranty either expressed or implied relating to the usage, or intellectual property right infringement except as provided for by Ingenic Terms and Conditions of Sale.

Ingenic products are not designed for and should not be used in any medical or life sustaining or supporting equipment.

All information in this document should be treated as preliminary. Ingenic may make changes to this document without notice. Anyone relying on this documentation should contact Ingenic for the current documentation and errata.

北京君正集成电路股份有限公司

地址：北京市海淀区东北旺西路中关村软件园二期君正总部大楼

邮编：100193

电话：86-10-56345000

传真：86-10-56345001

网址：Http: //www.ingenic.cn

# 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1. 原理图设计注意事项 .....       | 1  |
| 1.1. DDR3 .....          | 1  |
| 1.2. NAND .....          | 2  |
| 1.3. 电源 .....            | 3  |
| 1.4. MSC1 BOOT .....     | 3  |
| 1.5. LCD_PCLK .....      | 3  |
| 1.6. RTC .....           | 3  |
| 1.7. HDMI .....          | 4  |
| 1.8. HPSENSE .....       | 4  |
| 2. PCB 叠层和阻抗要求 .....     | 5  |
| 2.1. PCB 叠层 .....        | 5  |
| 2.2. 阻抗要求 .....          | 5  |
| 3. DDR3 PCB 设计注意事项 ..... | 6  |
| 3.1. 走线顺序 .....          | 6  |
| 3.2. 走线宽度和间距 .....       | 6  |
| 3.3. 信号分组 .....          | 7  |
| 3.4. 走线要求 .....          | 7  |
| 3.5. 拓扑结构 .....          | 8  |
| 3.6. 阻抗匹配 .....          | 8  |
| 3.7. 电源和地的处理 .....       | 9  |
| 4. PCB 设计的其他注意事项 .....   | 11 |
| 4.1. 过孔的设置 .....         | 11 |
| 4.2. 铺铜的设置 .....         | 11 |
| 4.3. 散热设计 .....          | 11 |
| 4.4. 其他电源的设计 .....       | 12 |
| 4.5. USB 走线 .....        | 12 |
| 4.6. 音频走线 .....          | 12 |



# 1. 原理图设计注意事项

## 1.1. DDR3

- 1) DCK/DCK\_N, DQS/DQS\_N 串联电阻、并联电容。电阻 10R, 电容 NC。

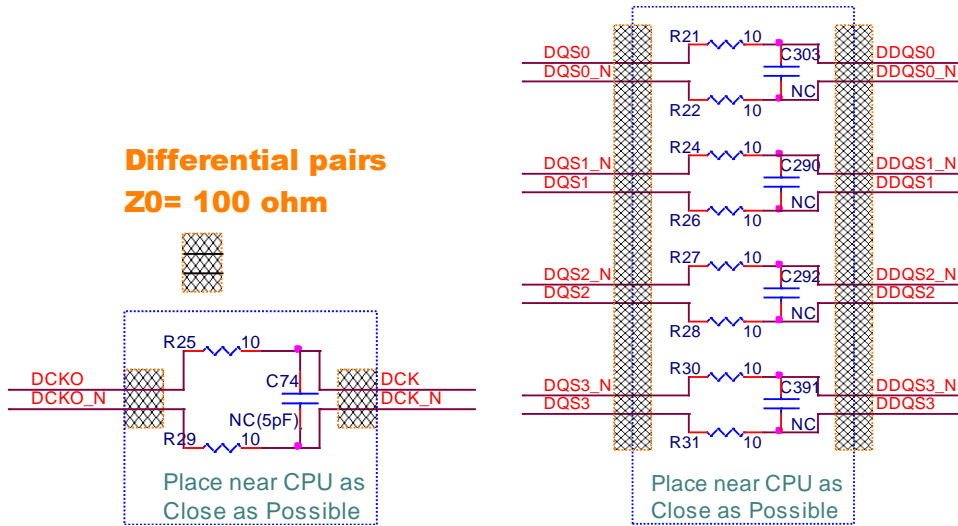


图 1-1

- 2) DRAS,DCAS,DWE 加 0R 串联电阻

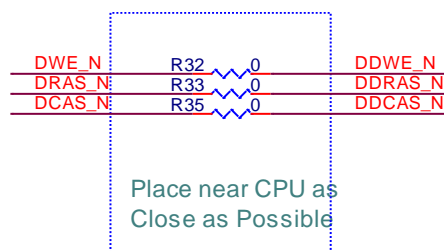


图 1-2

- 3) VREF 分开做分压（主控一组，高 16 位 DDR3 采用一组，低 16 位采用另外一组），分别从 VDDMEM 分压取得，分压电阻为 2K 1%，去耦电容 0.01uF。

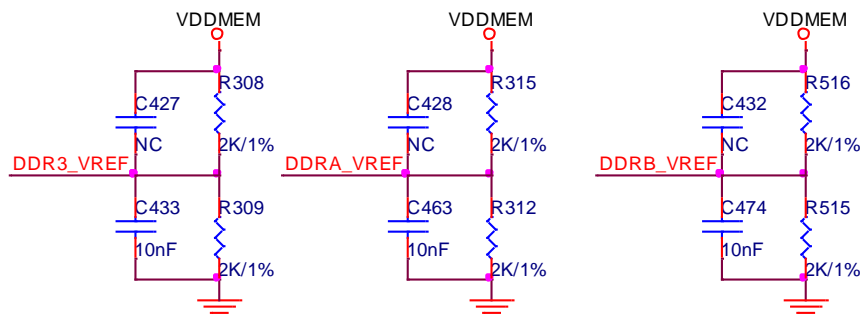


图 1-3

## 1.2. NAND

所有的数据线和控制线串联 33R 电阻

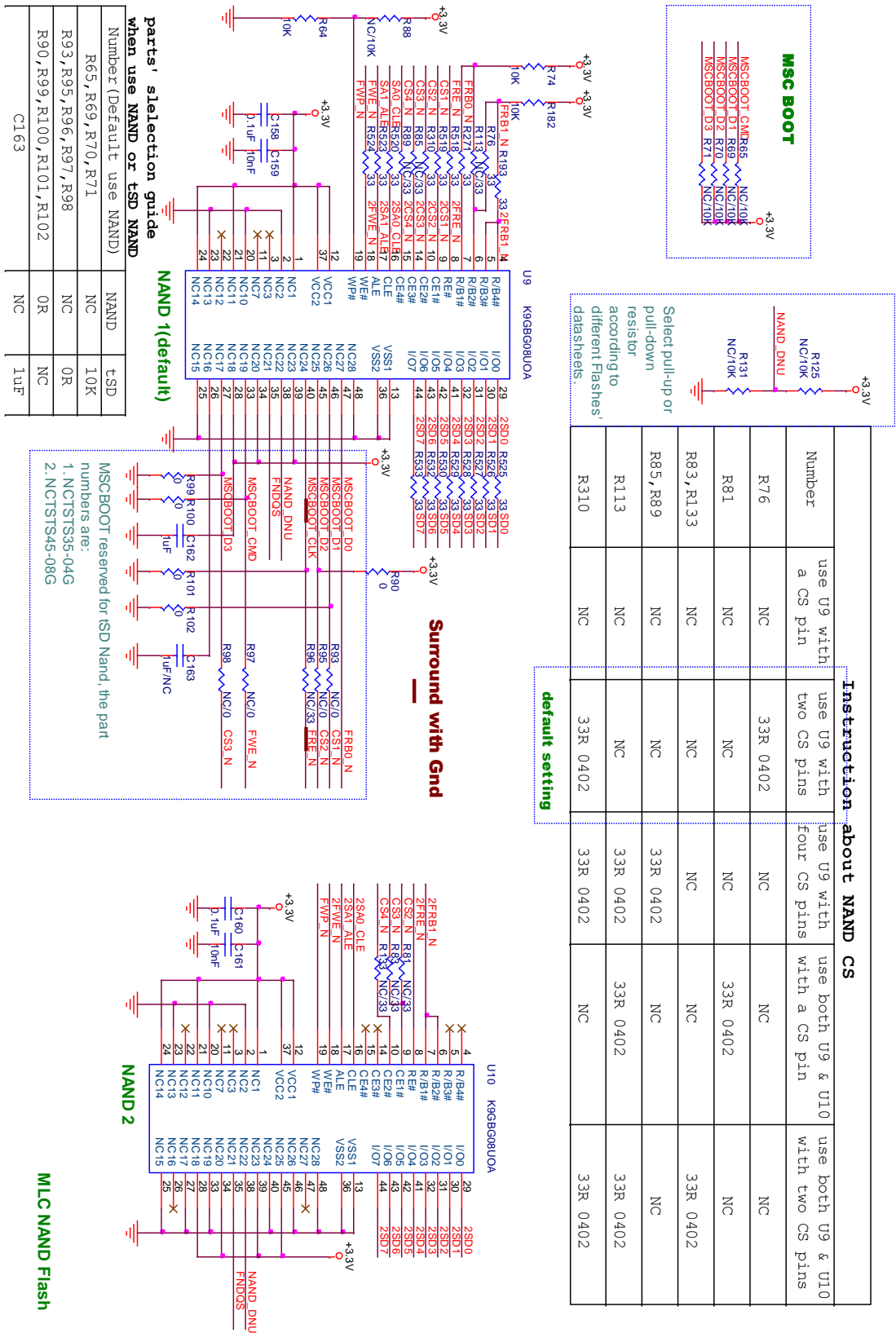


图 1-4

### 1.3. 电源

- 1) 电源的高频阻抗与电源的感应系数有关。在 VDDMEM, VDDCORE 和地之间要加多级电容滤波，譬如 22uF+0.1uF+0.01uF，可以增加电容的滤波范围，减小电源上的高频阻抗。
- 2) 如果产品中确定了 NAND, Camera, MSC1 所用设备的电平都与 VDDIO 电平一致，可以将 VDDIO\_NAND、VDDIO\_CIM、VDDIO\_MSC 与 VDDIO 接到一起。
- 3) 如果某个模块在产品中不需要，例如 LVDS，那么 AVDLVDS 和 AVDLVDSPLL 的滤波电容和磁珠可以省略，但是供电不可以省略。也就是说这两路都还必须供电。

### 1.4. MSC1 BOOT

用作 MSC1 boot 的是 MSC0/MSC1/MSC2 复用的这一组 PIN，配为 MSC1 用作 boot。这组 PIN 是单独电源域的。

### 1.5. LCD\_PCLK

在产品设计时建议留出 LCD\_PCLK PIN 的测点，因为测 LVDS 和 HDMI 时都需要测量该信号。

### 1.6. RTC

1. RTC 具有 reset 自动关 PWRON 的功能，如果不需要该功能，需要软件配置 RTC 寄存器。
2. VDDRTC 采用 1.8V 电压。JZ4780 没有内置晶体振荡部分，采用外置 RTC 芯片，电路如下：

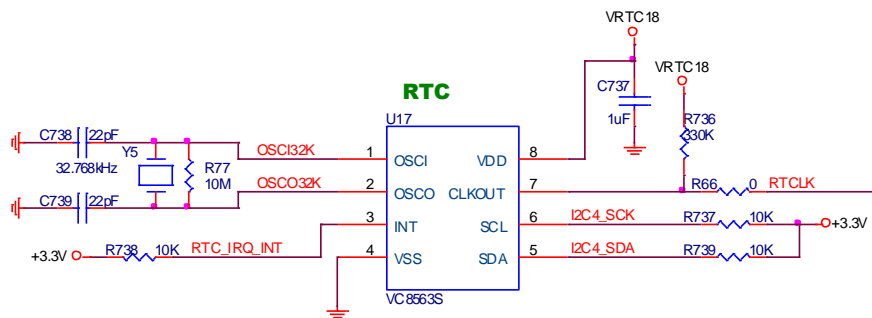


图 1-5

## 1.7. HDMI

注意 HDMI\_5V 与 HDMI connector 之间要采用二极管 D26，防止 HDMI 设备倒灌电流。

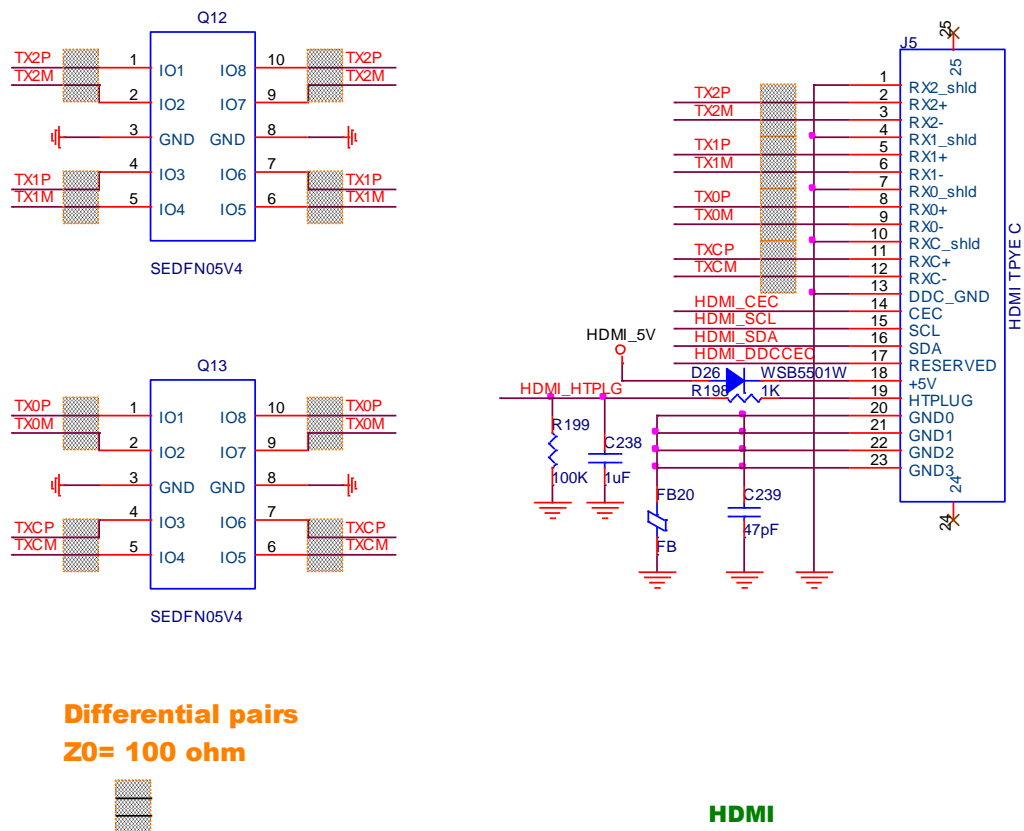


图 1-6

## 1.8. HPSENSE

如果用 HDMI，那么 HPSENSE 不能用作耳机插入检测。因为用 HDMI 时，CODEC 的 CLOCK 会切给 HDMI，所以此时 HPSENSE 不能用。

如果设计中有 HDMI 的功能，建议采用 GPIO 来做耳机插入检测。



## 2. PCB 叠层和阻抗要求

### 2.1. PCB 叠层

JZ4780 可以采用 4 层或 6 层结构。

如果采用 6 层板，叠层设置为 TOP-GND-Signal-POWER-GND-BOTTOM。DDR3 的信号线要走在 TOP，L3 和 BOTTOM；TOP 层参考 L2 (GND)，L3 层参考 L4 层 (POWER) 和 L5 层 (GND)，BOTTOM 层参考 L5 层 (GND)。叠层结构如下图：

| 层   | 厚度     |
|-----|--------|
| TOP | 10z    |
|     | PP     |
| L2  | 10z    |
|     | Core   |
| L3  | 10z    |
|     | 根据板厚调整 |
| L4  | 10z    |
|     | Core   |
| L5  | 10z    |
|     | PP     |
| BOT | 10z    |

图 2-1

如果采用 4 层板，叠层设置为 TOP-GND-VCC-BOTTOM。DDR3 的 DQ,DQS,DM 要走在 TOP 层，其他信号线可以走在 BOTTOM 层。TOP 层参考 L2，BOTTOM 层参考 L3。叠层结构如下图：

| 层   | 厚度     |
|-----|--------|
| TOP | 10z    |
|     | PP     |
| L2  | 10z    |
|     | Core   |
| L3  | 10z    |
|     | 根据板厚调整 |
|     | PP     |
| BOT | 10z    |

图 2-2

### 2.2. 阻抗要求

- 1) 单线特征线宽 4mils，阻抗控制  $50\text{ohm} \pm 10\%$ ，但内外层布线的阻抗突变应小于 10ohm。
- 2) 差分对阻抗控制  $100\text{ohm} \pm 10\%$ ，但内外层布线的阻抗突变应小于 20ohm。
- 3) 电路板的填充材料的介电常数一般变化范围是 4.0~4.5，它的数值随着频率，温度等因素变化。FR-4 就是一种典型的介电材料，在 100MHz 时的平均介电常数为 4.2；推荐使用 FR-4 作为 PCB 的填充材料。

## 3. DDR3 PCB 设计注意事项

### 3.1. 走线顺序

按照走线的重要性来安排 DDR 部分的走线顺序：

- 1) 双沿采样的信号：DQ,DM,DQS/DQS\_N 都应该最先走线，因为他们的时序要求最严格。DQ,DM 的建立/保持时间要求最大不超过 1/4 的 CLOCK 周期。
- 2) DCK/DCK\_N 和单沿采样的信号：地址线、控制线、命令线，他们的建立/保持时间不超过 1/2 的 CLOCK 周期
- 3) 所有 DQS/DQS\_N 的上升沿与 DCK/DCK\_N 的上升沿之间的时序差不能超过 1/4 的 CLOCK 周期。
- 4) VREF 和其他的信号的走线。

### 3.2. 走线宽度和间距

- 1) 走线宽度：所有的走线线宽为 4mils。
- 2) 同一信号组内两相邻导线走线从 IC 出来之后有条件情况下可适当展开，至少满足相邻两线边缘的间距达到 2H；DQS/DQS\_N 与其他信号边缘之间的间距至少 3H。最好可以做到间距达到 5H。
- 3) 不同信号组之间两相邻导线之间的间距至少 3H，越大越好，最好可以达到 5H。
- 4) 差分线走线线宽 4mils，线间距 4mils。可以根据阻抗匹配的要求调整线间距。
- 5) CLK 与控制线之间的间距至少要满足 3H，最好可以达到 5H。

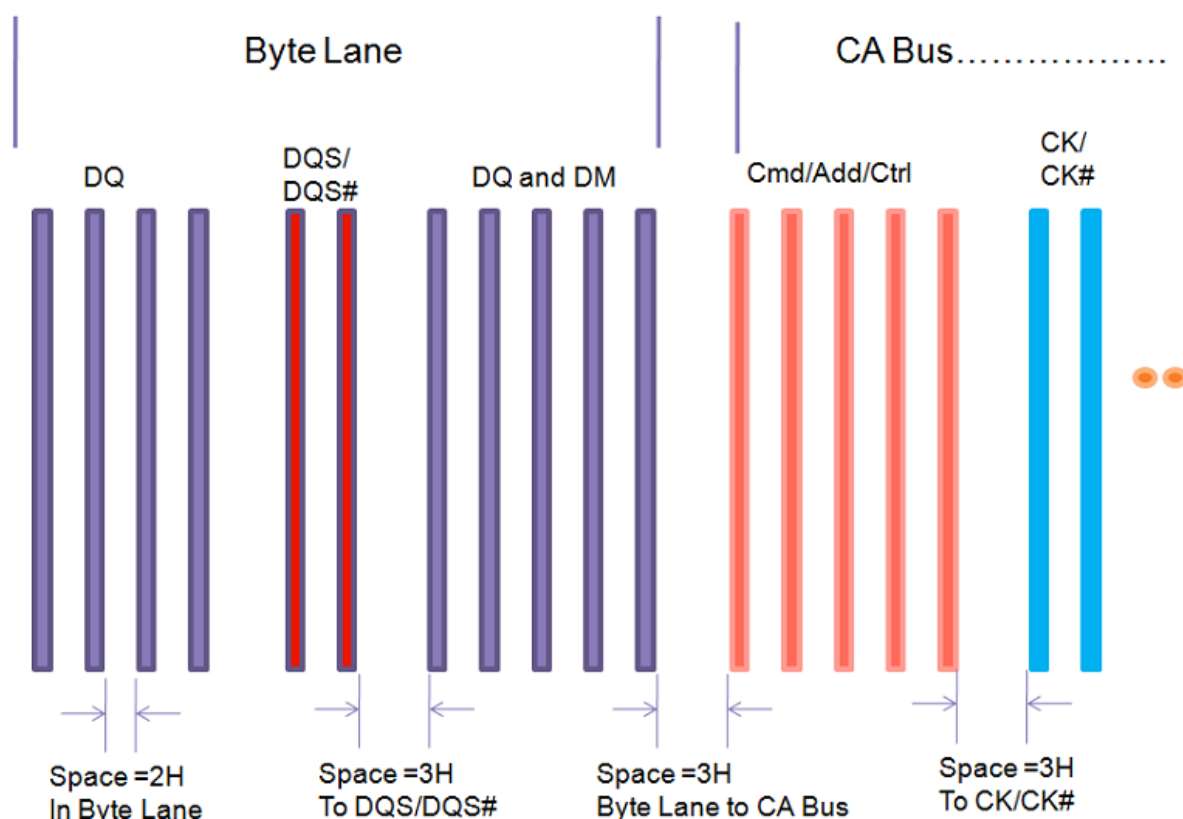


图 3-1 不同信号之间的间距要求 (H 为信号到参考平面的距离)

### 3.3. 信号分组

- 1) 数据线 DQ、DATA MASKS DM、DATA STROBES 差分线 DQS/DQS\_N，这些线分为四组：
  - 第 0 组：DQ0~DQ7, DM0, DQS0/DQS0\_N;
  - 第 1 组：DQ8~DQ15, DM1, DQS1/DQS1\_N;
  - 第 2 组：DQ16~DQ23, DM2, DQS2/DQS2\_N;
  - 第 3 组：DQ24~DQ31, DM3, DQS3/DQS3\_N。
- 2) 时钟线： DCK/DCK\_N 差分线
- 3) 地址线： DA0~DA15
- 4) 控制线： WE\_N, RAS\_N, CAS\_N, CKE, ODT0, CS0\_N, CS1\_N, BA0, BA1, BA2, RST\_N
- 5) ZQ：接 240Ω 1%电阻到地。
- 6) VREF：VREF0, VREF1, VREF2

### 3.4. 走线要求

#### 1) 数据线走线要求

① 数据线都要走在 TOP 层，先以 4mil 线宽、4mil 间距走出 BGA，然后再加大线间距。如果是单面 4 片 8bit DDR3，所有的 DQ，DQM，DQS/DQS\_N 都可以从 TOP 引线到 DDR3，不需要任何过孔。如下图所示。

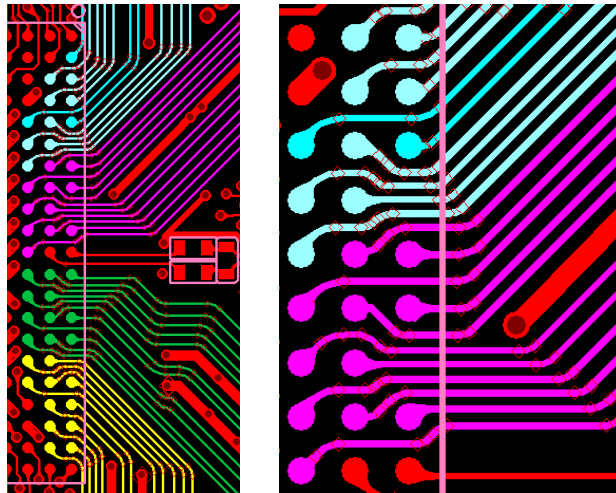


图 3-2

② 如果采用 4 片 8bit DDR3 双面对贴或者采用 2 片 16bit DDR3，不得不在两层走数据线，要保证每组线同层，孔数量一样。

③ DQS 走线位置应在组内的 DQ 中间，并与其他信号线保持 3H 以上的间距。

④ DQS 与时钟线不能相邻。

⑤ 数据线的组与组之间不能交叉。

#### 2) 时钟线走线要求

DCK/DCK\_N 要严格按照差分线的要求走线，要求 100Ω 差分阻抗匹配。在 DCK/DCK\_N 差分线分支点处必须预留电阻，为可能出现的兼容性问题提供调试空间。

DCK/DCK\_N 差分对要比地址线、控制线长 1000mils 左右，这样才能保证与地址线、控制线时序对齐。具体等长要求参看 Table 1。

#### 3) 地址线、控制线走线要求

地址线和控制线是以 CLK 的下降沿由 DDR 控制器输出，DDR 颗粒由 CLK 的上升沿锁存地址线和控制线上的状态，所以需要严格控制 CLK 与地址线、控制线之间的时序关系，确保 DDR 颗粒能

够获得足够的、最佳的建立/保持时间。

#### 4) 等长要求

高速 PCB 设计的基本原则是时序和斜率。时序和斜率的控制要通过控制走线的匹配来控制，所有较短的 net 都要匹配最长的 net。

下面的等长要求都是假设走在 TOP 层的微带线的速度是 151ps/英寸，走在内层的微带线或带状线的速度是 179ps/英寸。

表格 3-1 等长要求

| Skew Control Recommendations for DDR Interfaces. |                              |            |            |             |
|--|------------------------------|------------|------------|-------------|
| Bit Rate   |                              | @ 400 Mbps | @ 800 Mbps | @ 1600 Mbps |
| DQ to DQS Domain                                 | Skew in ps.                  | 50         | 25         | 10          |
|  | Skew in Inches of Microstrip | 0.33       | 0.17       | 0.07        |
|  | Skew in Inches of Stripline  | 0.28       | 0.14       | 0.06        |
| Addr/Cmd to CK/CK# Domain                        | Skew in ps.                  | 100        | 50         | 25          |
|  | Skew in Inches of Microstrip | 0.67       | 0.33       | 0.17        |
|  | Skew in Inches of Stripline  | 0.56       | 0.28       | 0.14        |
| DQS to CK  | Skew in ps.                  | 375        | 188        | 94          |
|  | Skew in Inches of Microstrip | 2.50       | 1.25       | 0.63        |
|  | Skew in Inches of Stripline  | 2.08       | 1.04       | 0.52        |

如果为了等长，不得不绕蛇形线。蛇形线的线与线中心间距保证至少 3 倍线宽，蛇形线振幅应控制在 180mils 以内，否则会破坏信号质量。

### 3.5. 拓扑结构

#### ① 如果使用 2 片 16bits 的 DDR2/3

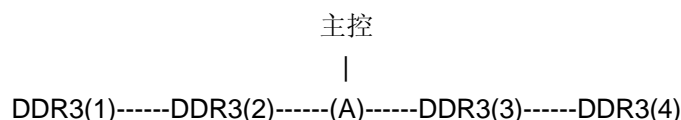
地址线、控制线、时钟线要采用“T”型拓扑结构，并尽可能缩短分支线长度。

CPU 至各个 DDR 颗粒的点对点长度误差应小于 100mils；分支节点至各个 DDR 颗粒的布线长度要尽可能短，同时要尽量保证分支节点到两个 DDR 颗粒的布线长度相等。对称的“T”型拓扑可以最大限度改善信号质量。

为满足 CPU 至各个 DDR 颗粒等长要求，应优先考虑在 CPU 至分支节点之间做蛇形线处理。

#### ② 如果使用 4 片 8bits 的 DDR3（单面贴片）

地址线、控制线、时钟线要采用“T”型拓扑结构，并尽可能缩短分支线长度，如下图：



尽可能满足 DDR3(1)至 DDR3(2)之间的长度和 DDR3(2)至分支节点 A 之间的长度相等，DDR3(3)、DDR3(4)的要求与此相同。为满足 CPU 至各个 DDR 颗粒等长要求，应优先考虑在 CPU 至分支节点之间做蛇形线处理。

#### ③ 如果使用 4 片 8bits DDR3（双面贴片）

拓扑结构与 2 片 DDR 的要求基本一致。但是由于双面对贴，所以需要换层的信号较多，在信号线的过孔旁边要尽量增加地孔，以其改善信号的回流路径。并且要避免其他信号线与数据线的回流路径平行。

### 3.6. 阻抗匹配

信号完整性意味着控制过冲、振铃和上升/下降沿。这些问题的根源都是阻抗的不匹配。走线的阻抗与线宽、厚度、PCB 绝缘层（一般采用 FR-4）的电介质常数都有关。

为了控制走线的阻抗比较均匀，要尽量减少走线的弯曲和过孔的数目。如果在走线上有一个过孔，

必须在旁边有一个地的过孔，这样来保证阻抗的连续性。如果参考平面由地层换成电源层，或者由电源层换成地层，要在转换位置增加 0.1uF 电容来减小由于参考平面变化而带来的阻抗匹配问题。

DDR3 的信号线必须有完整的参考面，不能跨越平面分割带，不能将走线经过 VIA 与铜的避让区，以保证信号电路的回流路径阻抗最小。其它信号线不要穿过 DDR 区域。

DQ, DM, 控制线，地址线都要满足特征阻抗 50Ω。DQS/DQS\_N, DCK/DCK\_N 要满足差分阻抗 100Ω。

### 3.7. 电源和地的处理

#### 1) 电源的处理

在 CPU 和 DDR3 的背面，最好对应每个电源 PIN 对应放置一个去耦电容,而且过孔应该紧挨着管脚放置,走线尽量粗而短，以避免增加导线的电感。

CPU 和 DDR 部分的 VDDMEM 要接到一起，然后铺铜，铺铜的区域要覆盖全部 DDR3 的信号线。DDR 的信号线不能跨平面的分割带，分割带会破坏信号的回流并会与相邻的信号产生串扰。

VDDMEM 的平面一定要保证实际的走线宽度。换层时要打尽量多的过孔，避免成为整个平面的瓶颈。

建议 POWER 层设置成 Split/Mixed，而且铺铜的线宽尽量小（譬如 2mil），可以使用铺铜效果更好。如下图蓝色为 VDDMEM。

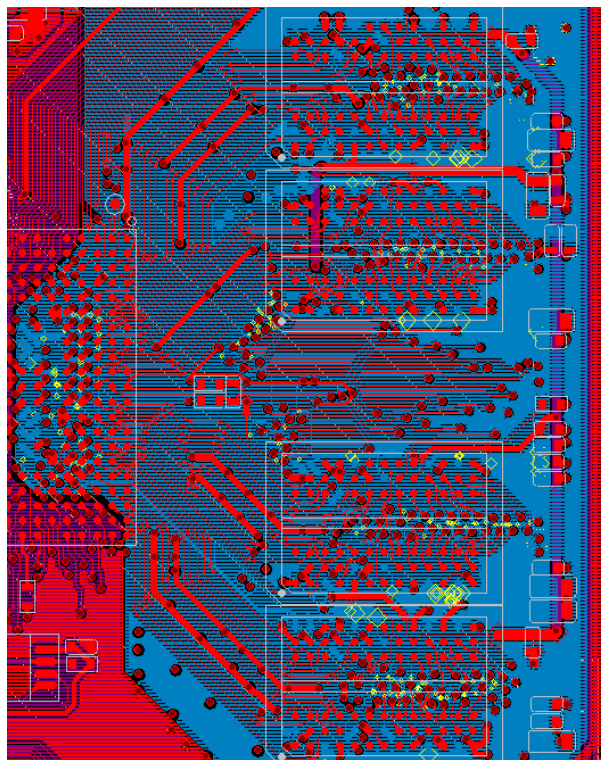


图 3-3

#### 2) 地的处理

串扰从根本上来说取决于 PCB 的叠层和最小线间距。避免串扰的最好方法是保证信号有非常好的回流路径。每个信号层都要靠近完整的地平面以提供最短的回流路径。为了保持特征阻抗一致，地平面完整是非常重要的，地平面不能被打断。

在走完信号线后，剩余的空间必须用 GND 填满，而且铺铜的线宽尽量小，可以使用铺铜效果更好。

下图是地的效果图，左边是完整图片，右边是放大图片，尽量保证每个过孔都被地包围（地平面不要被过孔打断）。

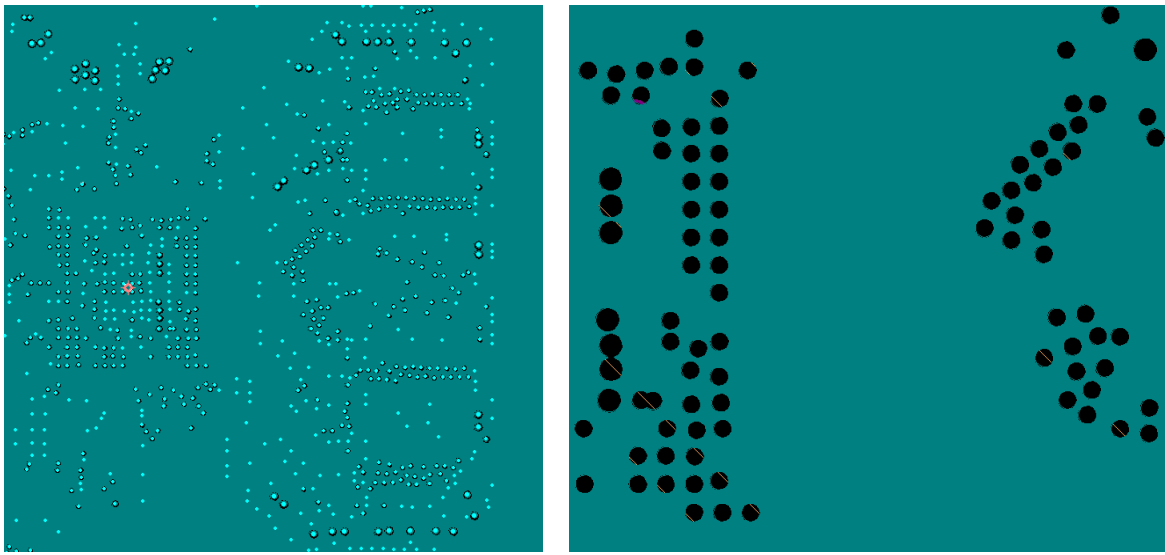


图 3-4

### 3) VREF 的处理

VREF 是 DDR3 输入 buffer 的参考。VREF 分压电路要尽量靠近芯片，走线尽量短，建议线宽 20mi，并且与其他数据线保持 3W 以上的间距，保证不受干扰。每个 VREF PIN 都要在靠近 PIN 脚的地方加 0.01uF 电容。

## 4. PCB 设计的其他注意事项

### 4.1. 过孔的设置

- 1) 普通过孔采用 8mil 孔径、16mil 外环，但是这些过孔的地、电层外环为 12mil。
- 2) 地、电过孔采用 12mil 孔径、24mil 外环。
- 3) CPU 和 DDR 部分的过孔排列要合理，间距最好不小于 30mil，不能破坏地、电层的回路。参考图 5。

### 4.2. 铺铜的设置

- 4) 过孔与铺铜的安全间距为 6mil。
- 5) 地、电层的铺铜线宽设置为 2mil。其他层可以设置为 4mil。

### 4.3. 散热设计

- 1) 铜铂厚度建议采用 1OZ，改善 PCB 的散热性能。
- 2) CPU 出线完毕后，在不影响电源平面完整性的前提下尽量多打一些地孔(如下图)。在 bottom 层可以在地孔位置处漏铜，装配时可用导热绝缘胶贴着防止短路。

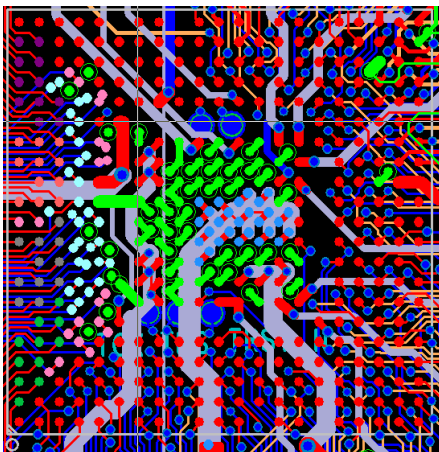


图 4-1 没有增加地孔（绿色为地孔）

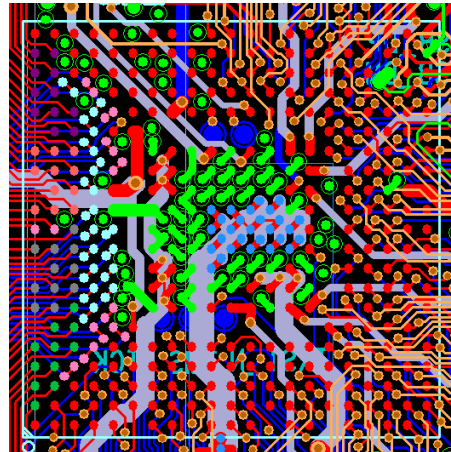


图 4-2 增加地孔（绿色为地孔）

- 3) 地层一定要完整，CPU 内部的地可以有多个通路与 CPU 外侧连通。

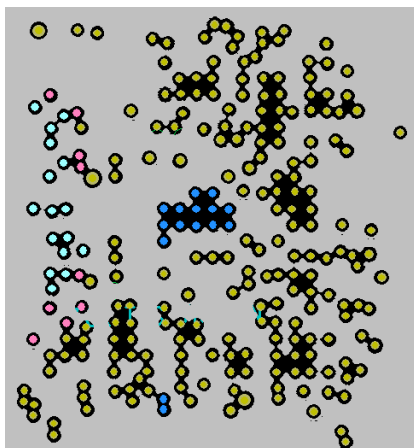


图 4-3 地不完整

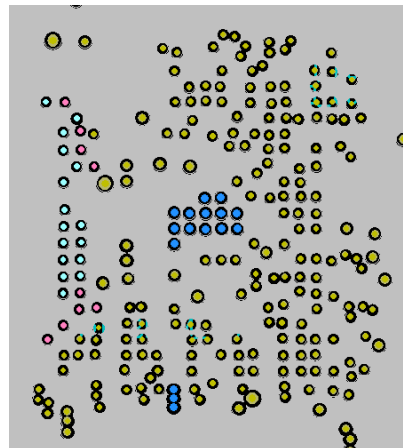


图 4-4 地比较完整

- 4) 大电流的走线应尽量短，尽量铺铜设计，以加宽走线宽度，同时该层的厚度要求在 10Z 以上，对于内层的走线，应安排在地层的相邻层。
- 5) PCB 上的屏蔽罩地孔应直接地层，不用盲孔转接，屏蔽罩建议不采用那种夹子式。
- 6) PCB 板边用地孔（通孔）围起来、露铜，有利壳子的金属接地及 ESD，对散热也有好处。
- 7) 在布局上，CPU 和其他发热的器件隔开一定的宽度（至少 20mm），利用壳体开口方向（如散热窗，大的连接器开口等）则使最发热的器件放在其附近，成直线放置（CPU 可以这样排布）。对几个发热器件，交叉排布，不可成行成列布局。

#### 4.4. 其他电源的设计

- 1) PMU 要尽量靠近 CPU 布局。
- 2) PMU 布局时一定要需要注意 DC/DC 输入、输出电容的位置，输入输出电容都要尽量靠近 DC/DC 的 PIN 脚，并且确保它们的地和 CPU 的地之间的距离尽量短。
- 3) CPU VDDCORE, VDDMEM, VDDPLL, VDDIO 等的滤波电容要放在尽量靠近 CPU PIN 脚的位置上。
- 4) VDDCORE, VDDMEM, VDDIO 要在电源层铺铜，而不用走线的方式。
- 5) 电源信号换层时都要打尽量多的过孔，避免成为电源信号的传输瓶颈。
- 6) CPU 相关电容布局：  
第 1 优先级：VDDPLL, VDDCORE, VDDMEM, VCAP, VREFP, VDDIO。  
第 2 优先级：AVDCDC, AVDUSB25, AVDUSB33, AVDLVDSPLL, AVDLVDS, AVDHDMI25, AVDHDMI, VDDIO\_MSC, VDDIO\_CIM, VDDIO\_NAND。  
第 3 优先级：VDDRTC, VDDRTC11, AVDEFUSE。
- 7) 保证 CPU 下方铺铜（地和电源）的完整性及连续性，便于能够提供良好的信号回流路径，改善信号传输质量，提高产品的稳定性；同时也可以改善的散热的性能。
- 8) 所有的接地焊盘都要就近打过孔接地层。

#### 4.5. USB 走线

USB HOST 和 OTG 都要差分走线，并且满足 90Ω 的差分阻抗匹配。

#### 4.6. 音频走线

音频部分走线时要将输入和输出的走线分开，AIP/AIN, AOLOP/AOLON 都要差分走线。并且要避免其他信号的干扰。