

裕太微电子
Motor Comm

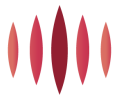
PHY 常见问题排查

裕太微电子股份有限公司

苏州高新区金山东路 78 号集成电路创新中心 2 楼 202

上海浦东新区盛荣路 388 弄 18 号楼

www.motor-comm.com



版权声明

Copyright Statement

本文档版权归裕太微电子股份有限公司（以下简称“裕太微”）所有，并保留一切权利。未经裕太微书面许可，任何公司和个人不得将此文档中的任何部分复制、传播、披露或以其他方式散发给第三方。否则裕太微将保留追究其法律责任的权利。

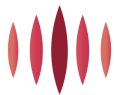
This document is copyright of Motorcomm Electronic Technology Co., Ltd. ("Motorcomm"). All rights reserved. No company or individual may copy, disseminate, disclose or otherwise distribute any part of this document to any third party without the written consent of Motorcomm. If any company or individual so does, Motorcomm reserves the right to hold it or him liable therefor.

免责声明

Disclaimer

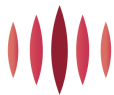
本文档仅提供阶段性信息，所含内容将/可根据产品的实际情况随时更新，恕不另行通知。如因文档使用不当造成直接或间接损失，裕太微不承担任何责任。

This document only provides periodic information, and its contents will/may be updated from time to time according to actual situation of Motorcomm's products without further notice. Motorcomm will not take any responsibility for any direct or indirect losses caused due to improper use of this document.



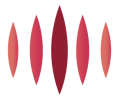
Revision History

Revision	Release Date	Summary
1.0	2023.8.30	



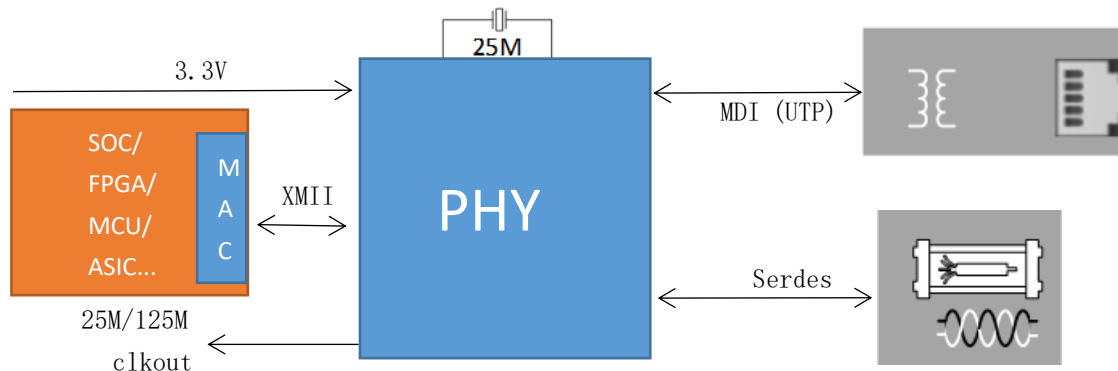
目录

REVISION HISTORY.....	2
1. 简介	4
2. 缩略语.....	4
3. PHY基本检查.....	5
4. SMI读写寄存器异常.....	5
5. 丢包问题.....	5
6. UTP 不LINK或者速率异常.....	6
7. 光口不LINK问题.....	7
8. SGMII不LINK问题.....	7
9. IPERF打流问题.....	8
10. 驱动问题.....	8
11. 模板测试问题.....	8
12. WOL配置不生效，发魔术包中断异常	9
13. 光电转换模式下不能LINK.....	9
14. LED点灯问题:	10
15. 8512 在RMII模式下数据不通	10
16. EMC辐射超标	10
17. ESD静电（浪涌）问题.....	11
18. 芯片异常	12
19. 相关学习网站	12



1. 简介

单口 PHY，简单功能框图如下所示



注：XMII：包括 MII、RMII、RGMII

Serdes：指 QSGMII/SGMII/Fiber，包括 2500Base-X、1000Base-X、100Base-X

另外，YT 系列的 PHY，每个型号具有的接口不一样，需要注意。

2. 缩略语

YT：裕太微电子，代指本公司。

PHY：physical layer，物理层芯片，本文用来代指以太网物理层芯片。

MAC：Media Access Control，数据链路层，本文用来代指与 PHY 相连的上层接口芯片，通常为集成 MAC 功能的 switch 芯片或 CPU 芯片。

DUT：Device under test，被测对象。

LP：Link Partner，对端相连芯片，本文一般用来代指与 DUT 通过网线，光纤或 SMA 等线相连接的对端芯片。

UTP：un-twisted pair，非屏蔽双绞线，用来与其它 PHY 芯片相连的接口，本文用来代指以太网电口（或称 RJ45，Copper），包括 1000/100/10BT 三种速率。一般说的 MDI 也是指的电口（不是 MDIO）。

Fiber：光纤，用来与其它 PHY 芯片相连的接口。本文用来代指以太网光口，包括 1000BX 和 100FX 两种速率。

RGMII：Reduced Giga Media Impendent Interface，是 PHY 与 MAC 之间的并行接口。

MDIO/SMI：Management Data Input Output，是由 MDC/MDIO 组成的接口，用来读写 PHY 的内部寄存器。一般也叫做 SMI 总线。

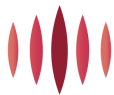
Mii：Media independent interface，早期以太网 PHY 芯片与 MAC 相连的接口，只适用于百兆/十兆速率。但因为 802.3 中规定的 PHY 标准寄存器命名为 MII 寄存器，所以本文中沿用称呼标准寄存器为 Mii 寄存器，记为 mii_reg。Mii 寄存器需要重点了解。

Ext：由于 MII 寄存器数量有限，仅有 32 个。为满足更多功能需求，phy 芯片配置了更多的寄存器，称为扩展寄存器 extended register，记为 ext_reg。

MMD：MDIO Managable Device，通过 IEEE802.3 标准 Clause45 规定的 MDIO 接口进行管理的寄存器，称为 MMD 寄存器，记为 mmd_reg。

SGMII：Serial giga media independent interface。一种用来与 MAC 相连的接口。

SDS：Serdes，串行解串总线的统称，上述的 SGMII 和 Fiber 都属于 SDS 总线。相关的寄存器也称为 SDS 寄存器。



3. PHY 基本检查

序号	检查项	检查结果	备注
1	原理图：按 pin 脚和参考线路逐 pin 比较差异，按照 Sch Checklist 检查		
2	PCB：按照 checklist 检查，和参考线路 PCB 对比		
3	电源：电源纹波，包括板级供电，芯片 internal 电源		
4	时钟：频率和幅值是否满足 Datasheet		
5	上电时序：检查电源+Reset+时钟信号，是否满足 Datasheet		
6	检查 RBIAS 电压		
7	xMII/RGMII 接口电压		

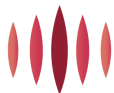
4. SMI 读写寄存器异常

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认软件访问的 PHY 地址是否与电路图中设置的一致		
3	确认 MDIO 有上拉电阻到 MDIO 的 IO 电平。		
4	确认主控的 MDIO 电平和 PHY 一致。		
5	示波器量测 MDC 和 MDIO 的波形，确认满足 Datasheet 要求。		
6	硬复位 PHY，如果 MDIO 访问正常，排查上电时序是否满足 Datasheet 要求。		
7	扩展寄存器的读写各家 PHY 有区别，请按照 YT 对应的产品的应用说明去访问。		

5. 丢包问题

5.1 丢包初步排查

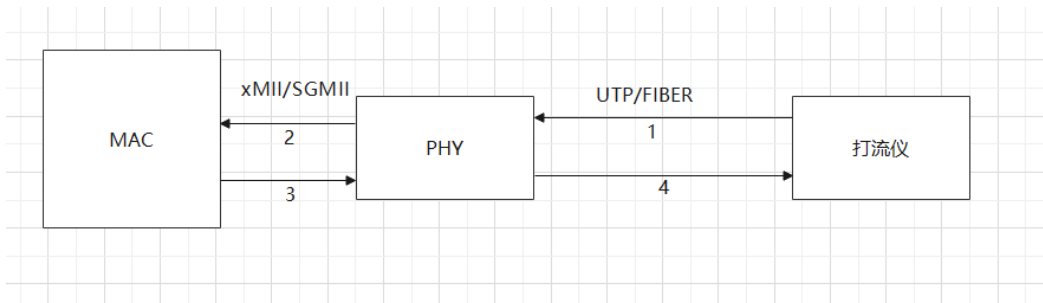
序号	检查项	检查结果	备注
1	确认丢包位置，参照芯片的应用说明去设置 PHY 的 UTP 或者 Serdes 的 internal loopback, Remote loopback。		
2	UTP loopback 常见现象： <ul style="list-style-type: none">● UTP internal loopback 正常，UTP Remote loopback 丢包，说明 UTP 链路有丢包。● UTP internal loopback 丢包，UTP Remote loopback 正常，说明 PHY 到 MAC 的接口 xMII/RGMII/Serdes 丢包。		
3	Serdes loopback 常见现象： <ul style="list-style-type: none">● Serdes internal loopback 正常，Serdes remote loopback 丢包，说明		



	Serdes 接口有丢包。 <ul style="list-style-type: none">Serdes internal loopback 丢包，Remote loopback 正常，说明 Serdes 接口正常，UTP 链路有丢包。		
4	参照芯片的应用说明打开 PHY 内置的 Checker 检查具体丢包位置和方向，具体参考 5.2		
5	如果是 xMII/RGMII 丢包，示波器量测波形。RGMII 时延调整，具体配置请参考应用说明。建议把 MAC 的时延全部关闭，由 PHY 来做。		
6	如果是 Serdes 丢包，示波器量测眼图是否正常。		

5.2 定位丢包位置

- 关于丢包或者不通要明确具体哪条链路上有问题，可以参考如下：

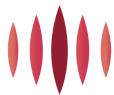


序号	检查项	检查结果	备注
1	定位丢包位置，我们有四条链路需要确认 <ul style="list-style-type: none">链路 1.是 UTP/Fiber 收到封包。链路 2.是 xMII/RGMII/Serdes 接口发出封包。链路 3.是 xMII/RGMII/Serdes 收到封包。链路 4.是 UTP/Fiber 收到封包。		
2	PHY 会透传数据，1 收到的一定会通过 2 发出，同样 3 收到的一定通过 4 发出。		
3	通过 PHY 内部包统计功能去确认每条链路上收到和发出的包数量，是否有 CRC，从而确认 packets 在哪里出现问题，具体操作参考应用说明		

6. UTP 不 Link 或者速率异常

- PHY 最基本的功能就是 link，上电默认是自协商的，此时通过网线连接 PC 或者其他设备应该是 link 的，如果不能 link，那么大概率是软硬件存在问题。
- 如果是 FIBER to UTP 模式，芯片默认情况下，需要先确认光口是否 link up。

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		



2	读取 MII 0x0 bit11, 如果为 1 表示 PHY 处于 powerdown 模式, phy 不会 link。		
3	确认 DUT 和 LP 的 MII 0x0 bit12 为 1, 开启自协商状态。		
4	读 MII 0x11 bit5 确认是否触发了 downgrade (信号差会出现此种情况)		
5	裕太目前全系列产品都为电压型, 也就是靠近 PHY 这一侧的变压器中心抽头要分别接 0.1uF 电容到地, 不能接上拉 (接上拉是电流型接法)。		
6	UTP 电气一致性测试 (模板/眼图)		
7	测量 FLP 波形: MII 0x10 bit6:5 配置为 2'b00, force MDI, 然后 MII 0x0 bit15 置 1; 量测 MDI pair0 发送的 FLP 信号, pair1 接收的 FLP 信号;		
8	换不同的对端设备和网线验证		

7. 光口不 Link 问题

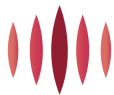
- 千兆光口可以工作在强制或自协商两种模式。当 AN 开启时, 对端也必须是开启 AN, 才能正常 link; 当 AN 关闭时, 对端也需要关闭 AN, 才能正常 link 和通信。
- 100Base-FX 不支持自协商, 发送的是 62.5M 方波形式的 idle 信号。
- 对于裕太 phy 有 Autosensing 功能: 可以自主检测对端是 100Base-Fx 百兆还是 1000Base-x 千兆信号。也可以关闭 Autosensing, 请参考应用说明配置:

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认 SFP 接法是否正确 (着重确认下 TX_DISABLE 上接的下拉电阻, 一般是 220R, 有些模块接 4.7K 会有问题)。		
3	确认 DUT 和 LP, 1000BX 要同时开启或者关闭自协商		
4	读取 SDS mii 0x11 bit0, 为 1 表示 serdes 已经 sync 上。		
5	确认对端和本端的光口的设置是 auto 还是 force, 把 DUT 设置为 force 能否 link		
6	建议客户把 SFP 的 RX_los 信号预留到主控, 确认该信号为高		
7	使用单根光纤, 回环光口的 tx 和 rx, 是否可以 link。		
8	量测 tx 和 rx 端的眼图		

8. SGMII 不 Link 问题

- 一般情况下 (指 UTP to SGMII 模式), SGMII 的速率/双工信息是由 UTP 传递过来的, 但 SGMII 的 link 状态不受 UTP 控制 (SDS mii 0x11 bit 10)。UTP 如果不 link, 正常情况下 SGMII 默认会 link 到 10M。

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认 PHY 和 MAC 测, SGMII 要同时开启自协商或者关闭自协商		
3	读取 SDS mii 0x11 bit0, 为 1 表示 serdes 已经 sync 上。		



4	量测 tx 和 rx 端的眼图		
---	-----------------	--	--

9. iperf 打流问题

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认是否有丢包（打开 PHY 包统计功能确认）。		
3	确认时钟（晶振 25M 时钟和 TXC、RXC）抖动（开示波器余晖测试）和频偏。		
4	确认好方向后（iperf 是单向打流，可以很容易确认数据传输方向），调时延。		
5	设置 iperf 参数，iperf 有很多参数可以设置，可以在网上搜索相关资料。		
6	如果一开始测试是 TCP 模式，那换成 UDP 方式是否有改善，如果 UDP 带宽能满足要求，而 TCP 下带宽达不到要求，这种情况一般和 PHY 无关，建议客户排查主控配置。		
7	有些主控速率有限制，处理不过来，比如：NXP 的 i.MX6Q。		
8	《裕太以太网 phy 芯片软件开发说明》有关于 iperf 测试的相关章节，可以参考里面的相关思路进行排查。		

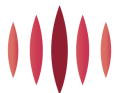
10. 驱动问题

序号	检查项	检查结果	备注
1	裕太提供标准的 linux 的驱动程序，如果是 linux 的平台建议使用裕太的 linux driver，驱动不分 linux 版本。		
2	除了标准的 linux driver 外，裕太没有其他驱动程序可以提供。		
3	对于 PHY 而言，驱动的目的有两个：1. 做必要的初始化程序；2. Polling PHY 的 link 速率等信息和 MAC 做速率同步。		
4	对于客户使用以前的产品的驱动，开发裕太的产品，需要按照裕太的 PHY 的初始化配置，扩展寄存器的读写方式也需要更改。		
5	访问 PHY 的唯一接口是 MDC/MDIO，该接口是标准协议，由 MAC 或主控实现，不同的主控厂商读写 PHY 的寄存器方式不一样，需咨询主控厂。		

11. 模板测试问题

- 模板测试有多种说法，比如 templete、SI、信号一致性测试等。

序号	检查项	检查结果	备注
1	模板测试指令在应用说明文档里有具体说明，请客户按照对应的芯片文档配置。		



2	经常有客户反馈按照应用说明配置寄存器后，网口没有信号发出来，一般都是客户指令没有写对，尤其是 ext 寄存器。		
3	做模板测试时，确认连接拓扑正确，夹具上的模式需要选择正确，接地（测试板、夹具、示波器）要接好，测试网线一般是 10cm，不能用太长的网线测试。		
4	客户如果反馈模板测试不过，需要跟客户确认是哪个速率下的哪项测试项不过，可以将测试报告发出，明确对应的测试项目。		
5	应用说明上有相关寄存器可以调，一般都是调信号输出的幅值、驱动能力。		
6	对于客户反馈某些测试项测试不过，应用说明上有相关寄存器可以调模板，一般都是调信号输出的幅值、驱动能力。		

12. WOL 配置不生效，发魔术包中断异常

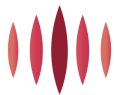
- WOL 功能，主要是通过 PHY 收到 magic 包，然后产生一个中断信号给 MAC 或者 CPU，很多客户反馈 WOL 不生效，那么首先需要确认 PHY 是否正常收到魔术包，并且产生中断，大概步骤如下（不同的芯片请按照对应的应用说明文档做配置）：

序号	检查项	检查结果	备注
1	先确认数据传输是否正常（可排除硬件问题）。		
2	确认 WOL 配置是否正确，主要是寄存器有没有写对，地址配置是否正确。		
3	魔术包是否有发送给 PHY。		
4	发送了魔术包后，先确认中断寄存器（MII 0x13）相关中断标志位是否置 1（该寄存器是读清的，所以不能连续读两遍）。		
5	用示波器量中断引脚，看信号是否发生变化（高电平变低电平）。		
6	若示波器没有抓到中断信号变化，需要检查中断掩码是否配置了（MII 寄存器 0x12）。		
7	配置 WOL 后，主控进入休眠，发魔术包唤醒不了，确认是否发送了复位。		

13. 光电转换模式下不能 link

- 对应的光转电应用可以具体参考 YT8531S 应用说明文档：

序号	检查项	检查结果	备注
1	该模式默认情况下，需要光口 link 后电口才能 link，光口不 link，电口也是 link 不了的。		
2	关闭光电联动（应用说明有详细介绍），看电口能不能 link，光口能不能 link。		



3	或者把模式设置为 UTP to RGMII 或 Fiber to RGMII，分别看电口和光口能不能 link。		
---	--	--	--

14. LED 点灯问题：

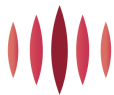
- 一般对于以太网应用来讲分为 MAC 点灯和 PHY 点灯，MAC 点灯是 MAC 获取 PHY 的速率实现点灯，PHY 点灯是 PHY 的根据芯片内部电路实时实现 LED 的点灯行为。PHY 点灯分为串行点灯和并行点灯，串行点灯是 YT8614 和 YT8618 可以实现，其他芯片主要是 PHY 点灯。

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认是 MAC 点灯还是 PHY 点灯？		
3	PHY 点灯是串行点灯还是并行点灯？		
4	并行点灯的高低电平其实取决于复用 pin 默认是上拉还是下拉？如果复用 pin 脚是上拉，则只能是低电平点灯（LEDpin 接 LED 的阴极，阳极接 3.3V）；如果复用 pin 是下拉，则只能高电平点灯（LEDpin 接 LED 的阳极，阴极接 GND）		
5	并行 LED 的点灯极性不可通过寄存器更改，只能按照第 4 点方式实现		
6	串行点灯，参考我们的对应的应用说明文档，以及参考设计		
7	串行点灯可以更改 LED 点灯电平的极性，可以设置高电平点灯或者低电平，需参考第 6 点		
8	LED 的行为是可以更改的，请参考对应的应用说明，如果涉及点双色灯，LED 的点灯极性需要一致，并且行为要互斥		

15. 8512 在 RMII 模式下数据不通

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	PHY 是否正常 link up。		
3	RMII 模式下要用 pin26，而不是 pin8。		
4	确认 TXC 时钟方向，是否两边同时输出 50M 时钟，或者没有时钟输出。		
5	确认是否是时钟一拖二设计，如果是，确认电路是否按照要求连接。		
6	用软件一直往 PHY 发包，用示波器量 RXD0、RXD1 和 CRS_DV（pin26），看是否有数据波形，TXD 是否有波形。		
7	确认 RXerro 是否需要用到，有些主控需要把这个信号引脚接上（大部分主控是不需要的）。		
8	和客户确认 MAC 侧和 PHY 的 pin26 引脚连接的 pin 脚，模式是 RX_DV 还是 CRS_DV。		

16. EMC 辐射超标



- 首先需要确认超标频点是多少，是否是 25M、50M 或 125M 倍频

16.1 定位辐射点

序号	检查项	检查结果	备注
1	网口加磁环，或 utp 配置成 internal loopback，可排除 MDI		
2	关闭 CLKOUT: ext 0xA012 写 0x88 (YT8531 适用，YT8531 和 YT8521 相应 bit 不一样，需注意，YT8521 默认是关闭的)，可排除 CLKOUT		
3	关闭 RXC 输出: ext 0xA00a 的 bit 7 置 1 (YT8531 适用)，或者 ext 0xA001 bit6 置 0 (YT8521 适用，且仅限于 debug，正常情况下不要写这个寄存器)，可排除 RXC。其它型号的 PHY 排查过程类似，只是寄存器有差异		

16.2 改善措施

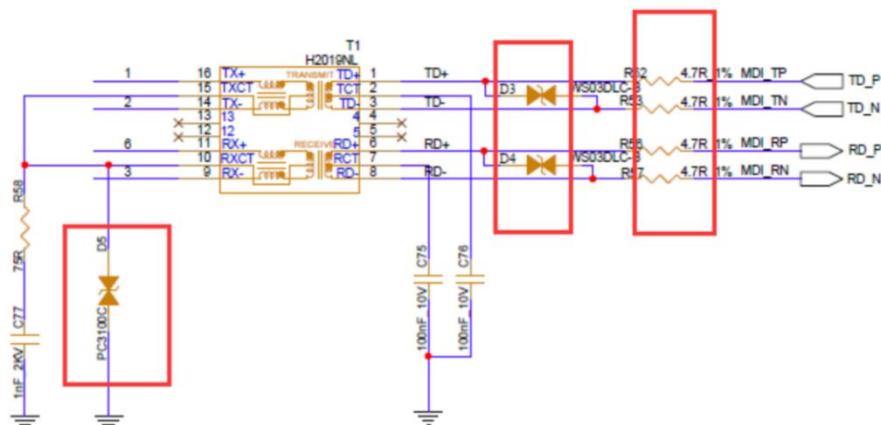
序号	检查项	检查结果	备注
1	TXC 和 RXC 上并小电容，一般推荐 3.3pF，可上下微调，建议不要超过 20pF		
2	TXC 和 RXC 上串电阻，一般推荐 22R 左右，可稍微上下调整		
3	MDI 上串电阻，一般推荐 2.2R		
4	更换网络变压器		
5	降低 UTP 或 RGMII、CLKOUT 接口驱动能力		
6	硬件走线方面，信号线 (MDI、时钟信号线) 不要有过孔，且包地		

可参考网上案例: <https://m.elecfans.com/article/1826569.html>

17. ESD 静电（浪涌）问题

序号	检查项	检查结果	备注
1	确认客户打静电的手法，空气还是接触，打的是多少 KV。		
2	测试时板子机壳的 GND 注意接大地（芯片地和机壳地要用电容隔离）。		
3	确认客户打的地方，例如 RJ45 金属外壳。		
4	如果打接触，注意静电枪的枪头一定是要点在需要测试的点上，不要点到板子的缝隙上，比如 RJ45 的接口，或者 RJ45 的 LED，避免形成二次放电。		
5	客户板子上是否有做防护，比如 TVS 管，串电阻等。		

一般 ESD 防护电路接法如下（图中 MDI 串电阻一般是建议用的 2.2R）：



18. 芯片异常

序号	检查项	检查结果	备注
1	先进行第 3 节中的 PHY 基本检查		
2	确认客户的操作、环境等,具体的测试方法,很多客户是以整板系统验证的方式进行,需要对应到 PHY 的具体的表现行为是什么?		
3	和正常的板子做交叉验证实验,确认异常是跟着 IC 走,还是跟着板子走。		
4	测量芯片引脚是否对地短路、阻抗是否异常(需要把测量的阻抗记录保存),和正常芯片做对比,若阻抗无异常,换到 demo 板上验证芯片功能。		
5	确认具体损坏的点,PHY 芯片的引脚主要分为电源、LED、Xmii、UTP、serdes 接口。		
6	如果客户寄芯片过来,麻烦让客户把异常板子也一起寄过来分析。		

19. 相关学习网站

电口自协商原理: https://blog.csdn.net/Apollon_krj/article/details/86034735

PHY 标准寄存器解读: <https://blog.csdn.net/jhyBOSS/article/details/128252780>

SMI 总线介绍: https://blog.csdn.net/jasonchen_gbd/article/details/51628992

SerDes 知识详解: <https://blog.csdn.net/eagle217/article/details/81737430>

EMC 防护设计-浪涌: https://blog.csdn.net/weixin_39671078/article/details/82861395

EMC 防护设计-静电: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/624427093>

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/491443360>