

基于FPGA的网口设计

--MAC协议的开发

主讲人：Nill

课程的意义不在于课程结束后，你认为我说的都是对的，我们的最大动力是：通过这门课程的学习，你能证明，我是对的或者我是错的。

——深圳市我是你的眼有限公司——

专业的FPGA、无线通信方案商

微信公众号：MYMINIEYE

答疑邮箱：support@myminieye.com

网址：www.myminieye.com

淘宝店铺：小眼睛半导体

关注&交流

- 微信公众号：



- 讨论群：



微信讨论群二维码



QQ讨论群二维码



课程目标：

- MAC协议概述
- MAC帧结构
- Gowin 以太网Mac IP使用简介

目录

CONTENTS

1 以太网MAC层协议概述

2 以太网MAC层帧结构

3 Gowin 以太网MAC IP简介

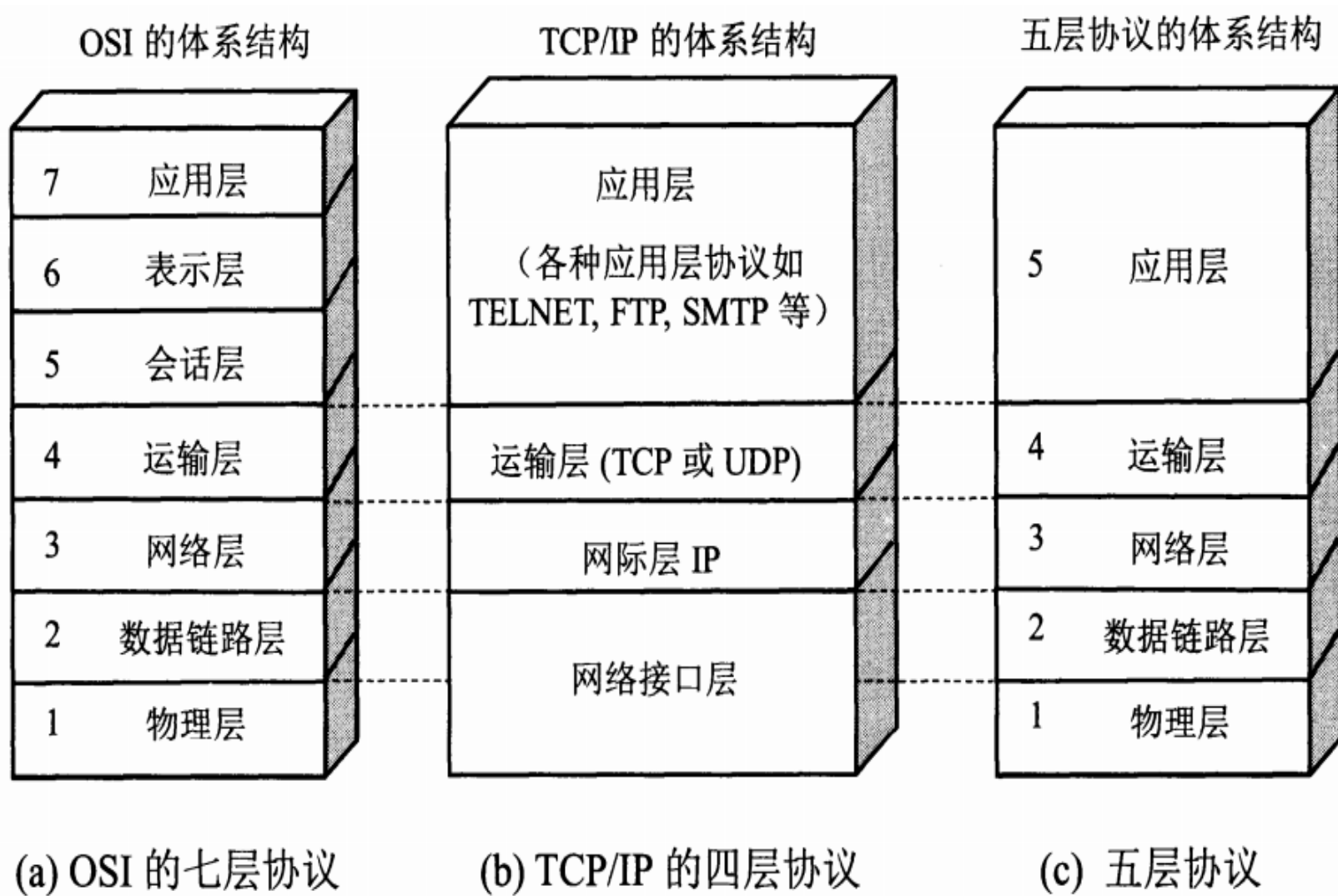


01

以太网MAC层协议概述



计算机网络体系结构





数据链路层

数据链路层协议有许多种，但是有三个基本问题是共同的，这三个基本问题是：

- 1) 封装成帧：每种链路层协议都规定了所能传送的帧的数据部分长度上限（最大传送单元MTU）；
- 2) 透明传输：每帧的起始和结束的标记使用指定的控制字符，在数据帧中有可能出现这些字符，用字节填充或字符填充解决透明传输问题；
- 3) 差错检测：现实的通信链路都不会是理想的，使用循环冗余校验CRC检错技术；

由于局域网中传输介质的多样性，为了使和数据链路层能更好的适应多种局域网络标准，802将局域网的数据链路层拆分成两个子层：

- 1) 逻辑链路控制LLC
- 2) 媒体接入控制MAC

与接入到传输媒体有关的内容都放在MAC层，而LLC子层则与传输介质无关，不管采用何种协议的局域网对LLC子层来说都是透明的。



媒体访问控制层 (MAC)

MAC层功能：

控制设备访问物理层传输数据的方式和时间；

设备需要能够识别这些网络媒体中传输的数据包是通过MAC地址实现的；从数据链路层往下，数据包采用MAC地址寻址来确定包的源和目的的物理设备；

MAC层主要作用：

通过校验、确认和反馈重发等手段将该原始的物理连接改造成无差错的数据链路；

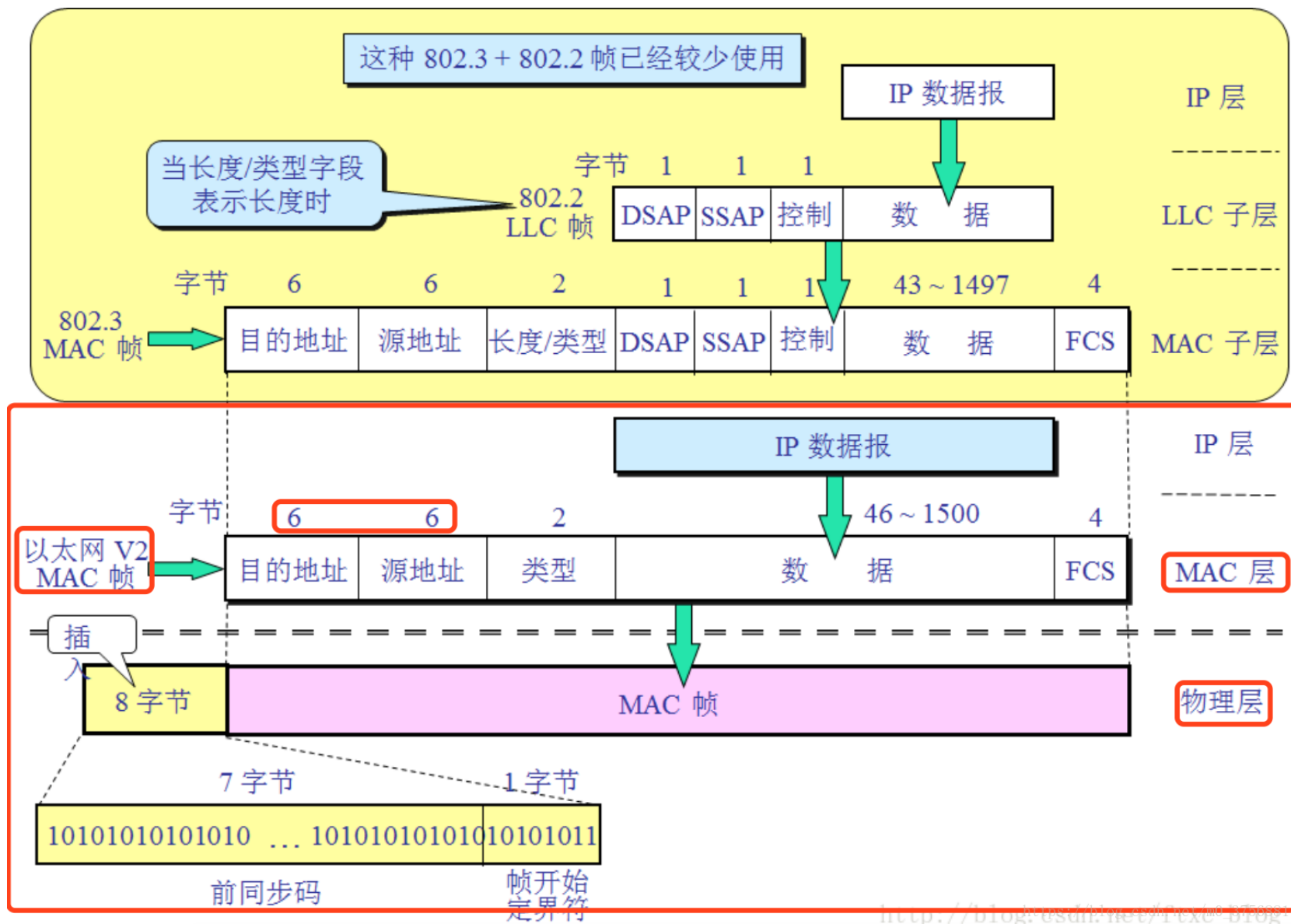


02

以太网MAC层帧结构



MAC帧格式





03

Gowin 以太网MAC IP简介



MAC 接口类型

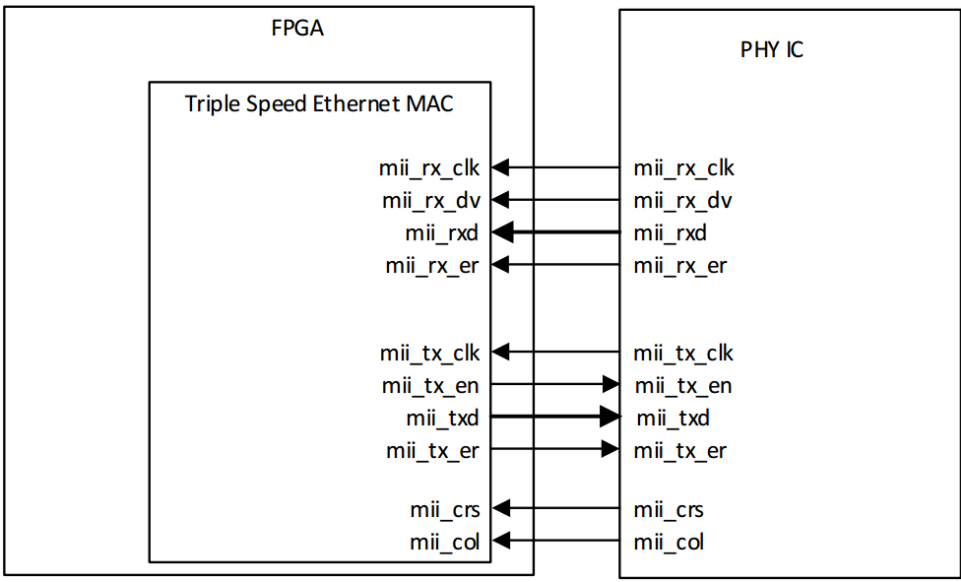
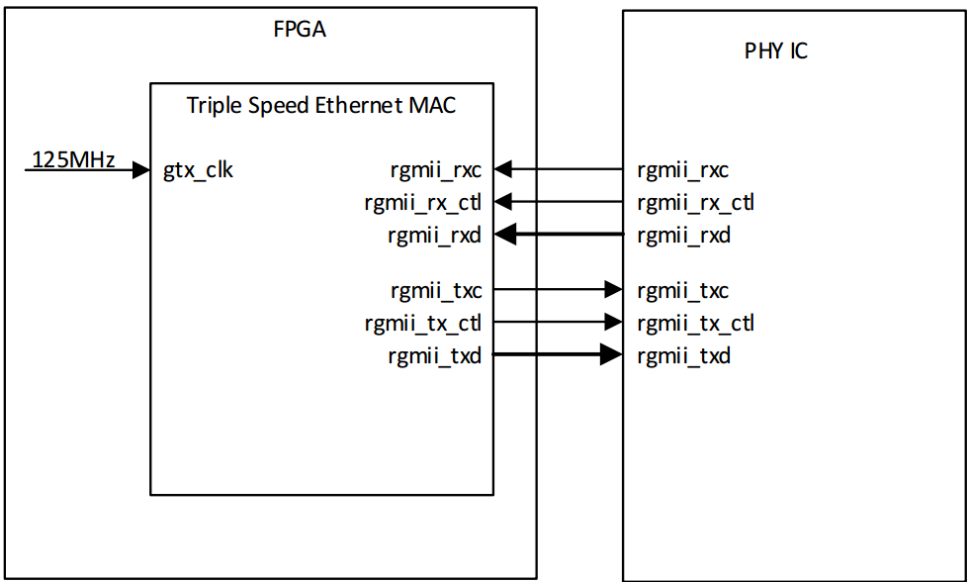
IP 支持 4 种 MAC 层接口，分别为 RGMII 接口、 GMII 接口、 MII 接口和GMII/MII 接口。各种接口支持的模式如下：

RGMII 接口支持 1000/100/10M Full-Duplex 和 100/10M Half-Duplex ；

GMII 接口支持 1000M Full-Duplex ；

II 接口支持 100/10M Full-Duplex 和 100/10M Half-Duplex ；

GMII/MII 接口支持 1000/100/10M Full-Duplex 和 100/10M Half-Duplex。





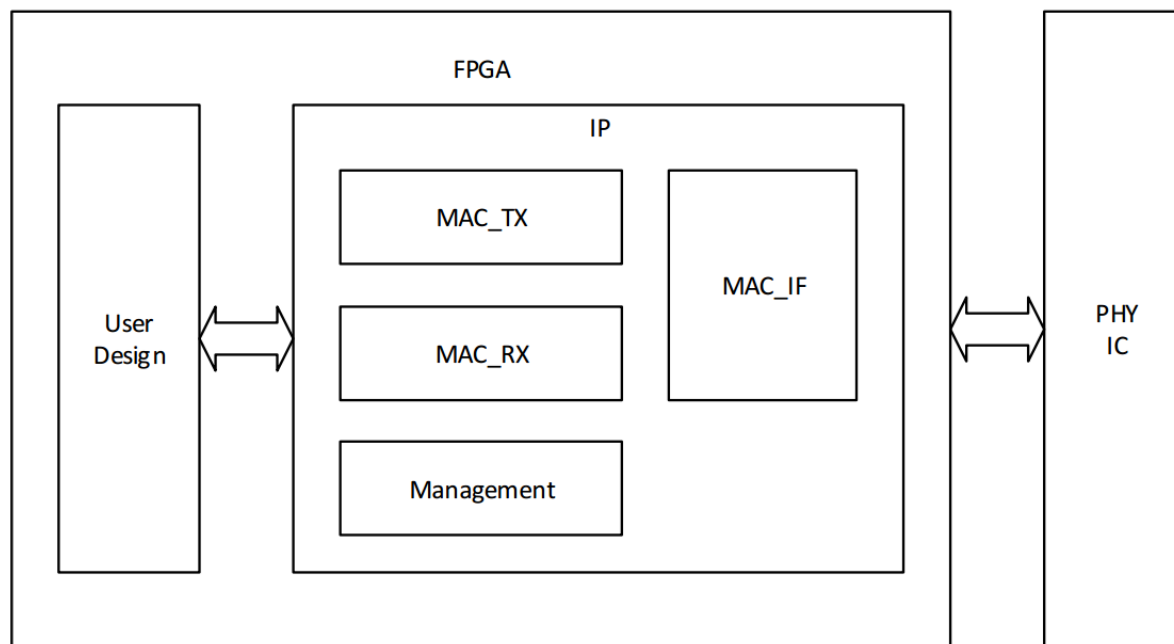
Gowin 三速以太网MAC IP

MAC_TX 模块实现用户数据格式到以太网数据格式的转换，并实现 CRC、PAD、Flow Control、帧统计等功能。

MAC_RX 模块实现以太网数据格式到用户数据格式的转换，并实现 CRC、Flow Control、IFG 配置、帧统计、错误指示等功能。

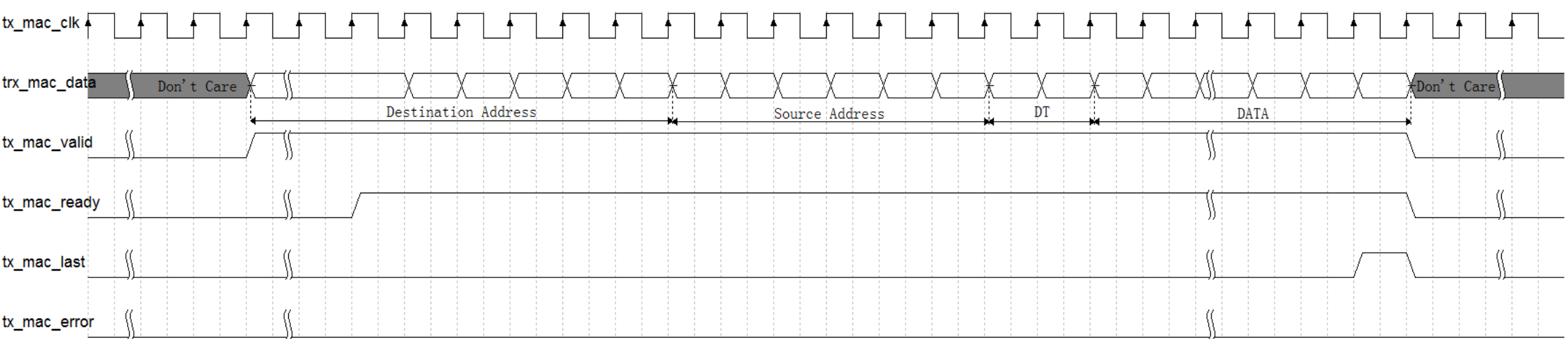
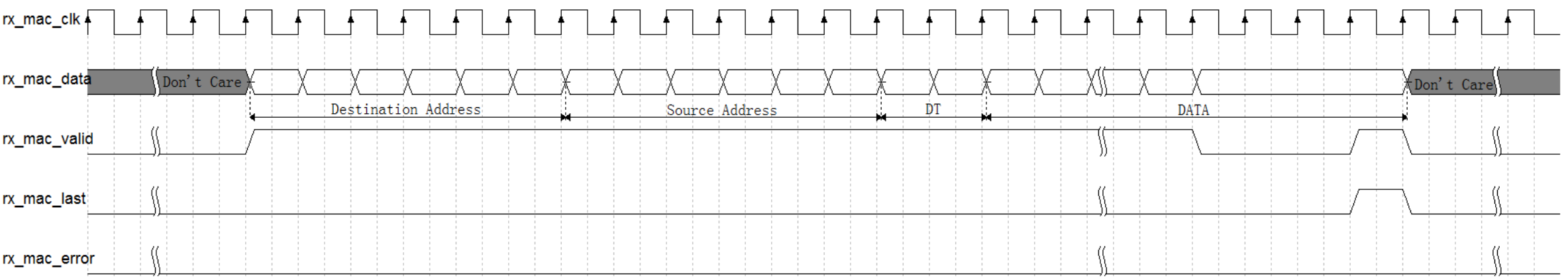
MAC_IF 模块实现以太网数据适配各种 MAC 接口功能，如 RGMII、GMII、MII。

Management 实现以太网管理接口 MDC、MDIO 功能，方便用户配置PHY IC。





MAC IP发送接收时序





在发送端，先把数据划分为组，假定每组 k 个比特。现假定待传送的数据 $M = 101001$ ($k = 6$)。CRC 运算就是在数据 M 的后面添加供差错检测用的 n 位冗余码，然后构成一个帧发送出去，一共发送 $(k + n)$ 位。在所要发送的数据后面增加 n 位的冗余码，虽然增大了数据传输的开销，但却可以进行差错检测。当传输可能出现差错时，付出这种代价往往是很值得的。

这 n 位冗余码可用以下方法得出。用二进制的模 2 运算^①进行 2^n 乘 M 的运算，这相当于在 M 后面添加 n 个 0。得到的 $(k + n)$ 位的数除以收发双方事先商定的长度为 $(n + 1)$ 位的除数 P ，得出商是 Q 而余数是 R (n 位，比 P 少一位)。关于除数 P 下面还要介绍。在图 3-8 所示的例子中， $M = 101001$ (即 $k = 6$)。假定除数 $P = 1101$ (即 $n = 3$)。经模 2 除法运算后的结果是：商 $Q = 110101$ (这个商并没有什么用处)，而余数 $R = 001$ 。这个余数 R 就作为冗余码拼接在数据 M 的后面发送出去。这种为了进行检错而添加的冗余码常称为帧检验序列 FCS (Frame Check Sequence)。因此加上 FCS 后发送的帧是 101001001 (即 $2^n M + \text{FCS}$)，共有 $(k + n)$ 位。

$P \text{ (除数)} \rightarrow 1101$

$110101 \leftarrow Q \text{ (商)}$

$101001000 \leftarrow 2^n M \text{ (被除数)}$

1101

$\underline{1110}$

1101

$\underline{0111}$

0000

$\underline{1110}$

1101

$\underline{0110}$

0000

$\underline{1100}$

1101

$\underline{001}$

$\leftarrow R \text{ (余数)}, \text{ 作为 FCS}$



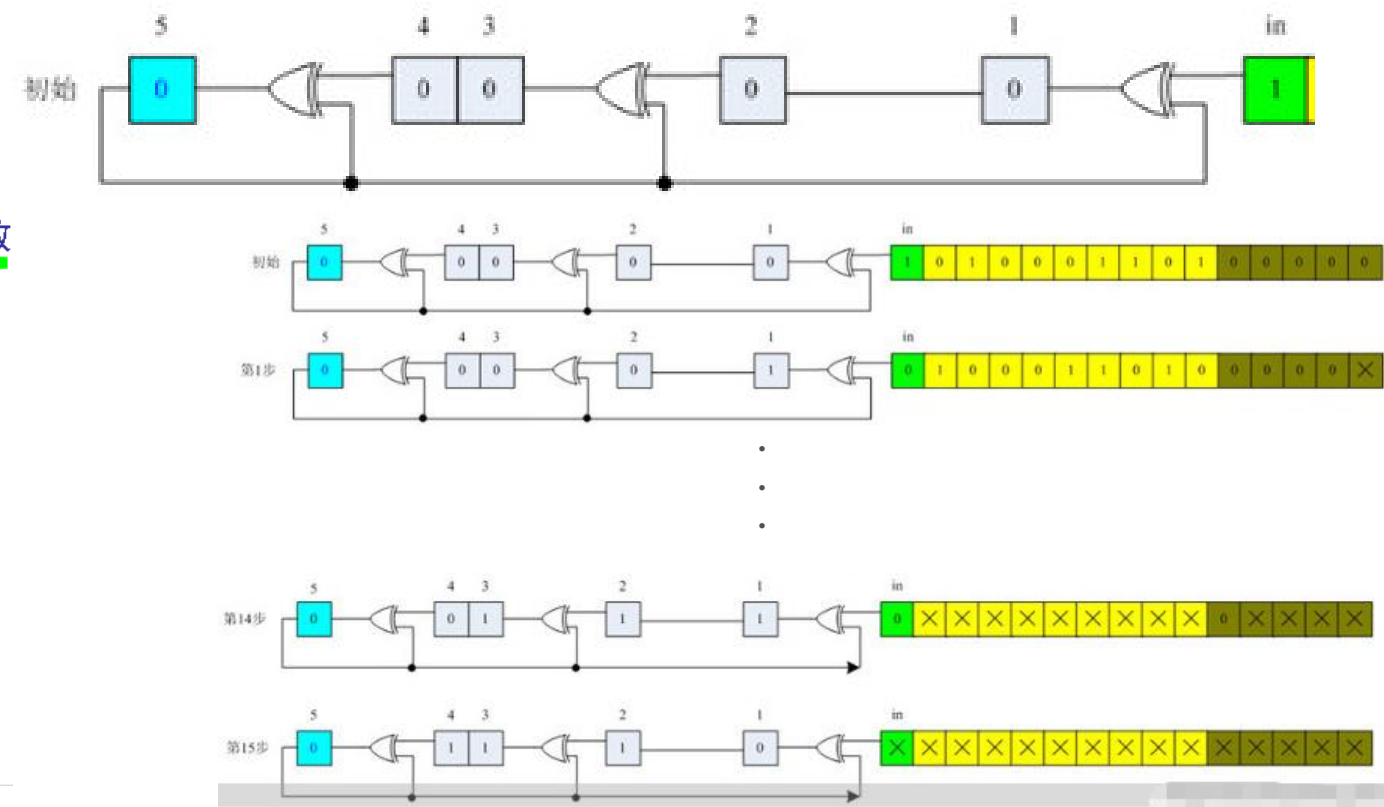
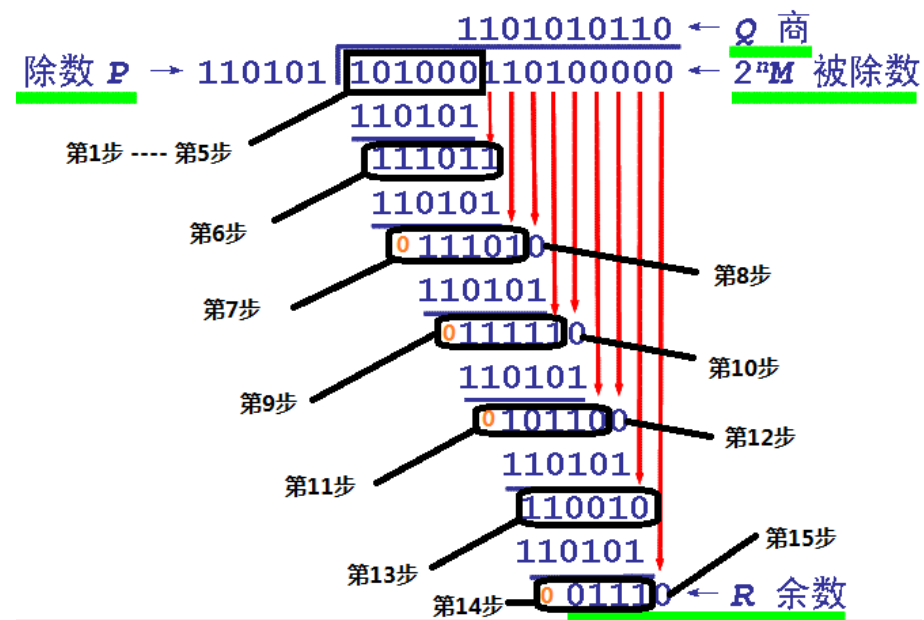
CRC实现方法

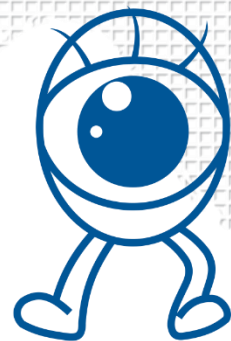
用LFSR运算规律可得到实际模2运算的一种电路图；

例：设需要发送的信息为 $M = 1010001101$ ，产生多项式对应的代码为 $P = 110101$ ， $R = 5$ 。在 M 后加5个0，然后对 P 做模2除法运算，得余数 $r(x)$ 对应的代码：01110。故实际需要发送的数据是101000110101110。

对应多项式为110101 即 $x^5 + x^4 + x^2 + 1$ 。

模2除运算过程：





MYMINIEYE
Look to the future together

——深圳市我是你的眼有限公司——
专业的FPGA、无线通信方案商

MYMINIEYE

