

AH8211  
以太网收发器  
产品数据手册



# 目 录

1. 一般说明 .....	1
1.1. 系统应用 .....	1
2. 特点 .....	2
3. 引脚分配 .....	4
3.1. AH8211 QFN48 6x6mm .....	4
3.2. 引脚分配 .....	4
3.3. 收发器接口 .....	6
3.4. RGMII .....	6
3.5. SerDes .....	7
3.6. 时钟 .....	7
3.7. 复位 .....	8
3.8. 模式选择 ( 硬件配置 ) .....	8
3.9. LED 默认设置 .....	9
3.10. 电源相关 .....	9
3.11. 稳压器和基准 .....	10
3.12. 管理 ( SMI 和 INTB ) .....	10
3.13. 其他引脚 .....	11
4. 功能说明 .....	12
4.1. 应用 .....	12
4.1.1. UTP应用示意图 : RGMII .....	12
4.1.2. 光纤应用示意图 : RGMII .....	12
4.1.3. UTP 应用图 : SGMII .....	13
4.1.4. 光纤/UTP RGMII 应用示意图 .....	13
4.1.5. UTP 转光纤应用示意图 .....	14
4.2. 传输功能 .....	14
4.2.1. 发射编码器模式 .....	14
4.3. 接收功能 .....	15
4.3.1. 接收解码器模式 .....	15
4.4. 回波抵消器 .....	15
4.5. NEXT 抵消器 .....	15
4.6. 数字自适应均衡器 .....	16
4.7. 管理界面 .....	16
4.8. 协调机制 .....	16
4.9. 极性检测和自动校正 .....	16
4.10. 回环模式 .....	16
4.10.1. 内部回环 .....	17

4.10.2. 外部回环 .....	17
4.10.3. 远程 PHY 回环 .....	17
4.11. 高能效以太网 (EEE).....	18
4.12. 同步以太网 (Sync-E).....	18
4.13. 网络唤醒 (WOL) .....	18
4.14. 中断 .....	19
5. 运行说明 .....	20
5.1. PHY 地址.....	20
5.2. 复位.....	20
5.3. RGMII 接口.....	21
5.4. INTB/PMEB 引脚用法.....	21
5.5. 发光二极管.....	22
5.6. 电源.....	22
5.6.1. 内部开关稳压器.....	22
5.6.2. 内部 LDO.....	22
6. 注册概览 .....	23
6.1. 普通登记册 .....	23
6.1.1. SMI_SDS_PHY (EXT_0xA000).....	23
6.1.2. 芯片配置 ( EXT_0xA001 ) .....	24
6.1.3. SDS_Config (EXT_0xA002).....	24
6.1.4. RGMII_Config1 (EXT_0xA003) .....	25
6.1.5. RGMII_Config2 (EXT_0xA004) .....	26
6.1.6. MDIO_Cfg_And_RGMII_OOB_Mon (EXT_0xA005).....	27
6.1.7. Misc_Config (EXT_0xA006).....	27
6.1.8. MAC_Address_Cfg1 (EXT_0xA007) .....	28
6.1.9. MAC_Address_Cfg2 (EXT_0xA008) .....	29
6.1.10. MAC_Address_Cfg3 (EXT_0xA009) .....	29
6.1.11. WOL_Cfg (EXT_0xA00A) .....	29
6.1.12. LED_GENERAL_CFG (EXT_0xA00B).....	30
6.1.13. LED0_CFG (EXT_0xA00C).....	31
6.1.14. LED1_CFG (EXT_0xA00D).....	33
6.1.15. LED2_CFG (EXT_0xA00E).....	34
6.1.16. LED_BLINK_CFG (EXT_0xA00F).....	35
6.1.17. 垫驱动强度配置 ( EXT_0xA010 ) .....	35
6.1.18. SyncE_CFG (EXT_0xA012).....	36
6.2. UTP MII 寄存器 .....	37
6.2.1. 基本控制寄存器 ( 0x00 ) : 默认 0x1140.....	37
6.2.2. 基本状态寄存器 (0x01) : 默认值 0x7949.....	38

6.2.3. PHY 标识寄存器1 (0x02) : 默认 0x0	40
6.2.4. PHY 标识寄存器2 (0x03) : 默认 0x11A	40
6.2.5. 自动协商广告 (0x04) : 默认 0x1DE1	40
6.2.6. 自动协商链路伙伴能力 (0x05) : 默认值 0x0	44
6.2.7. 自动协商扩展寄存器 (0x06) : 默认值 0x0004	46
6.2.8. 自动协商 NEXT 页寄存器 (0x07) : 默认值 0x2801	46
6.2.9. 自动协商链路伙伴接收 NEXT 页寄存器 (0x08)	47
6.2.10. 主从控制寄存器 ( 0x09 ) : 默认值 0x0200	48
6.2.11. 主从状态寄存器 ( 0x0A )	50
6.2.12. MMD 访问控制寄存器 ( 0x0D )	52
6.2.13. MMD 访问数据寄存器 ( 0x0E )	52
6.2.14. 扩展状态寄存器 (0x0F)	52
6.2.15. PHY 专用功能控制寄存器 (0x10) : 默认值 0x0062	53
6.2.16. PHY 专用状态寄存器 ( 0x11 )	54
6.2.17. 中断屏蔽寄存器 ( 0x12 )	56
6.2.18. 中断状态寄存器 ( 0x13 )	57
6.2.19. 速度自动降级控制寄存器 ( 0x14 ) : 默认值 0x082C	58
6.2.20. 接收错误计数寄存器 (0x15)	59
6.2.21. 扩展寄存器的地址偏移寄存器 ( 0x1E )	59
6.2.22. 扩展寄存器的数据寄存器 ( 0x1F )	59
6.3. UTP毫米数据寄存器	60
6.3.1. PCS 控制 1 寄存器 ( MMD3 , 0x0 )	60
6.3.2. PCS 状态 1 寄存器 ( MMD3 , 0x1 )	60
6.3.3. EEE 控制和能力寄存器 ( MMD3 , 0x14 )	61
6.3.4. EEE 唤醒错误计数器 ( MMD3 , 0x16 )	61
6.3.5. 本地设备 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3C )	61
6.3.6. 链接合作伙伴 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3D )	62
6.4. SDS MII 寄存器	62
6.4.1. 基本控制寄存器 ( 0x00 )	62
6.4.2. 基本状态寄存器 (0x01)	64
6.4.3. Sds 标识寄存器1 (0x02)	65
6.4.4. Sds 标识寄存器2 (0x03)	65
6.4.5. 自动协商广告 (0x04)	65
6.4.6. 自动协商链路伙伴能力 (0x05)	66
6.4.7. 自动协商扩展寄存器 (0x06)	66
6.4.8. 自动协商 NEXT 页寄存器 (0x07)	67
6.4.9. 自动协商链路伙伴接收 NEXT 页寄存器 (0x08)	67
6.4.10. 扩展状态寄存器 (0x0F)	67

6.4.11. Sds 专用状态寄存器 ( 0x11 ) .....	68
6.4.12. 接收错误计数器 (0x15).....	69
6.4.13. 链路故障计数器 (0x16).....	69
7. 时序和交直流特性.....	71
7.1. 直流电特性.....	71
7.2. 交流电特性.....	72
7.2.1. SGMII 差分发射机特性.....	72
7.2.2. SGMII 差分接收器特性.....	73
7.2.3. SGMII 定时模式.....	74
7.2.4. RGMII 时序 ( 无延迟 ).....	75
7.2.5. 带内部延迟的 RGMII 时序.....	76
7.2.6. 1000BASE-X 差分发射机特性.....	78
7.2.7. 1000BASE-X 差分接收器特性.....	79
7.2.8. SMI 时序.....	80
7.3. 晶体要求.....	80
7.4. 振荡器/外部时钟要求.....	81
8. 电源要求.....	82
8.1. 绝对最大额定值.....	82
8.2. 建议运行条件.....	82
8.3. 电源时序.....	82
8.4. 功率功耗.....	83
9. 机械和热能.....	84
9.1. 符合 RoHS 规范的包装.....	84
9.2. 热敏电阻.....	84
10. 机械信息.....	
8511. 订购信息.....	

## 表格目录

表 1.引脚分配.....	4
表 2.收发器接口 .....	6
表 3.RGMII.....	6
表 4.串行数据链.....	7
表 5.时钟 .....	7
表 6.复位 .....	8
表 7.模式选择 .....	8
表 8.LED 默认设置.....	9
表 9.电源相关 .....	9
表 10.稳压器和基准 .....	10
表 11.管理.....	10
表 12.其他引脚.....	11
表 13.复位时序特性 .....	20
表 14.CFG_LDO[1:0] 配置 .....	22
表 15.寄存器访问类型.....	23
表 16.SMI_SDS_PHY ( EXT_0xA000 ) .....	23
表 17.芯片配置 ( EXT_0xA001 ) .....	24
表 18.SDS_Config (EXT_0xA002).....	24
表 19.RGMII_Config1 ( EXT_0xA003 ) .....	25
表 20.RGMII_Config2 ( EXT_0xA004 ) .....	26
表 21.MDIO_Cfg_And_RGMII_OOB_Mon (EXT_0xA005).....	27
表 22.Misc_Config (EXT_0xA006).....	27
表 23.MAC_Address_Cfg1 (EXT_0xA007).....	28
表 24.MAC_Address_Cfg2 (EXT_0xA008).....	29
表 25.MAC_Address_Cfg3 (EXT_0xA009).....	29
表 26.WOL_Cfg (EXT_0xA00A).....	29
表 27.LED_GENERAL_CFG (EXT_0xA00B).....	30
表 28.LED0_CFG ( EXT_0xA00C ) .....	31
表 29.LED1_CFG ( EXT_0xA00D ) .....	33
表 30.LED2_CFG ( EXT_0xA00E ) .....	34
表 31.LED_BLINK_CFG ( EXT_0xA00F ) .....	35
表 32.焊盘驱动强度配置 ( EXT_0xA010 ) .....	35
表 33.SyncE_CFG ( EXT_0xA012 ) .....	36
表 34.基本控制寄存器 ( 0x00 ) .....	37
表 35.基本状态寄存器 ( 0x01 ) .....	38
表 36.PHY 标识寄存器1 ( 0x02 ) .....	40

表 37.PHY 标识寄存器2 ( 0x03 ) .....	40
表 38.自动协商广告 (0x04).....	40
表 39.自动协商链路合作伙伴能力 (0x05).....	44
表 40.自动协商扩展寄存器 ( 0x06 ) .....	46
表 41.自动协商 NEXT 页寄存器 ( 0x07 ) .....	46
表 42.自动协商链路伙伴接收 NEXT 页寄存器 ( 0x08 ) .....	47
表 43.主从控制寄存器 ( 0x09 ) .....	48
表 44.主从状态寄存器 ( 0x0A ) .....	50
表 45.MMD 访问控制寄存器 ( 0x0D ) .....	52
表 46.MMD 访问数据寄存器 ( 0x0E ) .....	52
表 47.扩展状态寄存器 ( 0x0F ) .....	52
表 48.PHY 专用功能控制寄存器 ( 0x10 ) .....	53
表 49.PHY 专用状态寄存器 ( 0x11 ) .....	54
表 50.中断屏蔽寄存器 ( 0x12 ) .....	56
表 51.中断状态寄存器 ( 0x13 ) .....	57
表 52.速度自动降级控制寄存器 ( 0x14 ) .....	58
表 53.接收错误计数寄存器 ( 0x15 ) .....	59
表 54.扩展寄存器的地址偏移寄存器 ( 0x1E ) .....	59
表 55.扩展寄存器的数据寄存器 ( 0x1F ) .....	59
表 56.PCS 控制 1 寄存器 ( MMD3 , 0x0 ) .....	60
表 57.PCS 状态 1 寄存器 ( MMD3 , 0x1 ) .....	60
表 58.EEE 控制和能力寄存器 ( MMD3 , 0x14 ) .....	61
表 59.EEE 唤醒错误计数器 ( MMD3 , 0x16 ) .....	61
表 60.本地设备 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3C ) .....	61
表 61.链接伙伴 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3D ) .....	62
表 62.基本控制寄存器 ( 0x00 ) .....	62
表 63.基本状态寄存器 ( 0x01 ) .....	64
表 64.Sds 标识寄存器1 (0x02).....	65
表 65.Sds 标识寄存器2 ( 0x03 ) .....	65
表 66.自动协商广告 (0x04).....	65
表 67.自动协商链路合作伙伴能力 (0x05).....	66
表 68.自动协商扩展寄存器 ( 0x06 ) .....	66
表 69.自动协商 NEXT 页寄存器 ( 0x07 ) .....	67
表 70.自动协商链路合作伙伴接收 NEXT 页寄存器 ( 0x08 ) .....	67
表 71.扩展状态寄存器 ( 0x0F ) .....	67
表 72.Sds 特定状态寄存器 ( 0x11 ) .....	68
表 73.接收错误计数器 ( 0x15 ) .....	69
表 74.链路故障计数器 ( 0x16 ) .....	69

表 75.直流特性.....	71
表 76.SGMII 差分发送器特性.....	72
表 77.SGMII 差分接收器特性.....	73
表 78.差分发射机输出交流定时.....	74
表 79.差分发射机输出交流定时.....	75
表 80.RGMII 时序 (无延迟).....	75
表 81.带内部延迟的 RGMII 时序.....	77
表 82.SGMII 差分接收器特性.....	79
表 83.SMI (MDC/MDIO) 接口特性.....	80
表 84.晶体要求.....	80
表 85.振荡器/外部时钟要求.....	81
表 86.绝对最大额定值.....	82
表 87.建议的运行条件.....	82
表 88.电源时序参数.....	83
表 89.功耗.....	83
表 90.部件编号.....	84
表 91.热敏电阻.....	84
表 92.订购信息.....	87

# 图表目录

图 1.框图 .....	3
图 2.引脚分配 (俯视图) .....	4
图 3.UTP应用@ RGMII示意图 .....	12
图 4.光纤应用@RGMII 图 .....	12
图 5.UTP应用@SGMII示意图 .....	13
图 6.光纤/UTP RGMII 应用图 .....	13
图 7.UTP 转光纤应用示意图 .....	14
图 8.内部环回 .....	17
图 9.外部环回 .....	17
图 10.远程 PHY 回环 .....	18
图 11.复位时序图 .....	21
图 12.RGMII连 接图 .....	21
图 13.SGMII 差分发射机眼图 .....	72
图 14.SGMII 差分接收器眼图 .....	73
图 15.SGMII 差分接收器眼图 .....	74
图 16.RGMII 时序 (无延迟) .....	75
图 17.带内部延迟的 RGMII 时序 .....	76
图 18.1000BASE-X 差分发射机眼图 .....	78
图 19.SGMII 差分接收器眼图 .....	79
图 20.SMI (MDC/MDIO) 时序 .....	80
图 21.电源顺序图 .....	83

# 1. 一般说明

AH8211是一款高度集成的以太网收发器，符合 10BASE-TE、100BASE-TX 和 1000BASE-T IEEE 802.3 标准。它提供通过 CAT.5E UTP 电缆收发以太网数据包所需的所有物理层功能。AH8211按照工业级标准制造。

AH8211采用最先进的 DSP 技术和模拟前端 (AFE)，可通过 UTP 电缆实现高速数据传输和接收。

AH8211实现了诸如交叉检测和自动校正、极性校正、自适应均衡、串音消除、回声消除、定时恢复和纠错等功能，以 10Mbps、100Mbps 或 1000Mbps 的速度提供强大的传输和接收能力。

MAC 和 PHY 之间通过串行千兆位独立介质接口 (SGMII) 或 10BASE-TE、100BASE-TX 和 1000BASE-T 的精简千兆位独立介质接口 (RGMII) 传输数据。

## 1.1. 系统应用

AH8211可用于任何需要 UTP 物理连接的带有以太网 MAC 的嵌入式系统。

## 2. 特点

- 符合 10BASE-Te IEEE 802.3 标准
- 符合 100BASE-TX IEEE 802.3u 标准
- 符合 1000BASE-T IEEE 802.3ab 标准
- 支持 RGMII/SGMII
- 支持 IEEE 802.3az ( 高能效以太网 )
- 支持同步以太网 (Sync-E)
- 支持中断功能
- 支持并行检测
- 支持 25MHz 外部晶体或 OSC
- 为 MAC 提供 125MHz 时钟源
- 提供 3 个网络状态 LED 指示灯
- 内置开关稳压器和 LDO
- 交叉检测和自动校正
- 自动极性校正
- 内置UTP/光纤网络唤醒 ( WOL )
- 48 引脚 QFN 绿色封装
- 40 纳米工艺, 超低功耗
- 工业级制造工艺

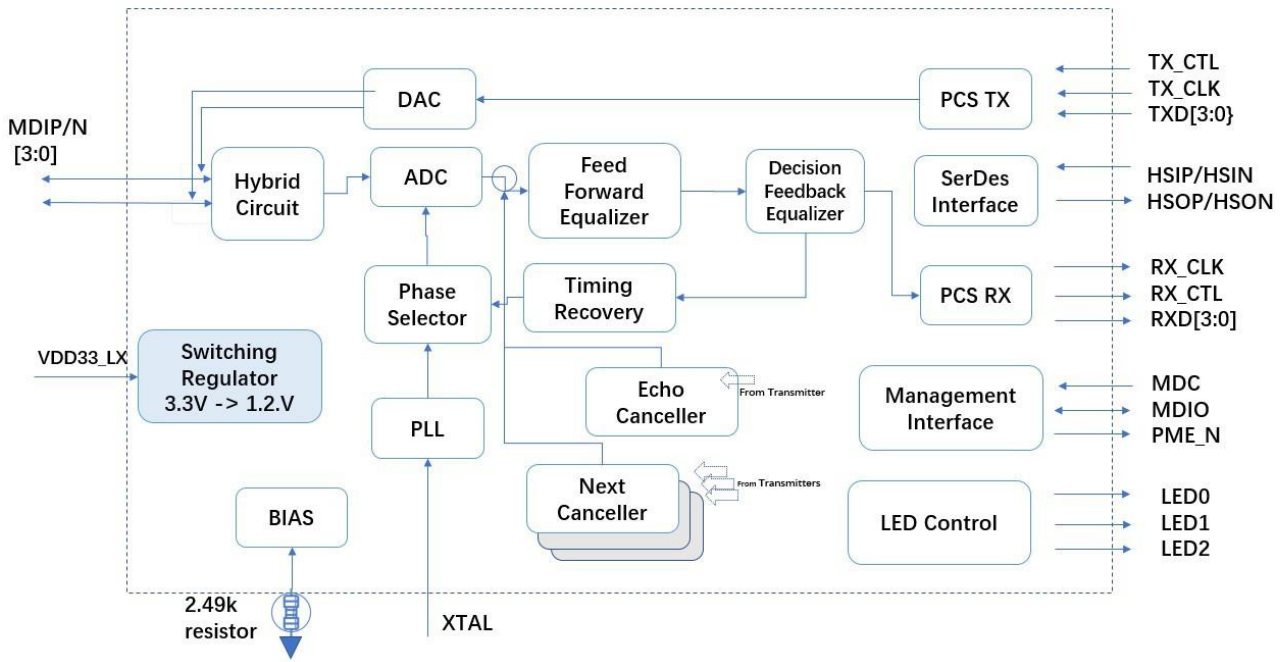


图 1.框图

### 3. 引脚分配

#### 3.1.

#### AH8211QFN48 6x6mm

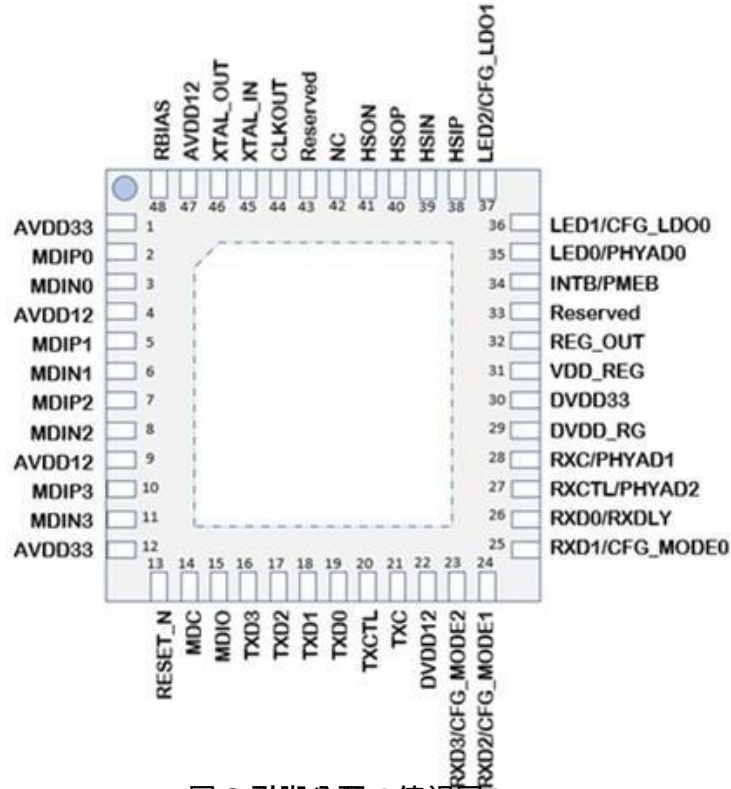


图 2.引脚分配 (俯视图)

#### 3.2. 引脚分配

表 1.引脚分配

序号	引脚名称	类型
1	AVDD33	P
2	MDIP0	IO
3	MDIN0	IO
4	AVDD12	P
5	MDIP1	IO
6	MDIN1	IO
7	MDIP2	IO
8	MDIN2	IO

序号	引脚名称	类型
26	RXD0/RXDLY	O/LI/PU
27	RXCTL/PHYAD2	O/LI/PD
28	RXC/PHYAD1	O/LI/PD
29	DVDD_RG	P
30	DVDD33	P
31	VDD_REG	P
32	REG_OUT	P/O
33	Reserved	IO/PD

9	AVDD12	P
10	MDIP3	IO
11	MDIN3	IO
12	AVDD33	P
13	RESET_N	I/PU
14	MDC	I/PD
15	MDIO	IO/PU
16	TXD3	I/PD
17	TXD2	I/PD
18	TXD1	I/PD
19	TXD0	I/PD
20	TXCTL	I/PD
21	TXC	I/PD
22	DVDD12	P
23	RXD3/CFG_MODE2	O/LI/PD
24	RXD2/CFG_MODE1	O/LI/PD
25	RXD1/CFG_MODE0	O/LI/PD

34	INTB/PMEB	O/OD
35	LED0/PHYAD0	O/LI/PU
36	LED1/CFG_LDO0	O/LI/PU
37	LED2/CFG_LDO1	O/LI/PD
38	HSIP	I
39	HSIN	I
40	HSOP	O
41	HSOP	O
42	NC	-
43	Reserved	G
44	CLKOUT	O
45	XTAL_IN	XT
46	XTAL_OUT	XT
47	AVDD12	P
48	RBIAS	O
49	GND	G

请参考引脚分配图。

- I: 输入
- O: 输出
  - IO : 双向输入和输出
  - LI : 上电期间锁定的输入
  - P: 电源
  - PU : 内部上拉
  - PD : 内部下拉
  - G : 地面
  - OD : 开路漏极
  - XT : 水晶相关

### 3.3. 收发器接口

表 2.收发器接口

序号	引脚名称	类型	说明
2	MDIP0	IO	与介质相关的接口 0，100Ω 传输线
3	MDIN0	IO	与介质相关的接口 0，100Ω 传输线
5	MDIP1	IO	介质相关接口 1，100Ω 传输线
6	MDIN1	IO	介质相关接口 1，100Ω 传输线
7	MDIP2	IO	介质相关接口 2，100Ω 传输线
8	MDIN2	IO	介质相关接口 2，100Ω 传输线
10	MDIP3	IO	与介质相关的接口 3，100Ω 传输线
11	MDIN3	IO	与介质相关的接口 3，100Ω 传输线

### 3.4. RGMII

表 3.RGMII

序号	引脚名称	类型	说明
16	TXD3	I/PD	传输数据。 数据通过 TXD[3:0] 从 MAC 传输到 PHY。
17	TXD2	I/PD	
18	TXD1	I/PD	
19	TXD0	I/PD	
20	TXCTL	I/PD	来自 MAC 的传输控制信号。
21	TXC	I/PD	发送参考时钟为 125Mhz、25Mhz 或 125Mhz。 2.5MHz，视速度而定。
23	RXD3	O/LI/P D	接收数据。 数据通过 RXD[3:0] 从 PHY 传输到 MAC。
24	RXD2	O/LI/P D	
25	RXD1	O/LI/P D	
26	RXD0	O/LI/P U	
28	RXC	O/LI/P	连续接收参考时钟为 125MHz、

		D	25MHz 或 2.5MHz，由接收到的数据得出流。
27	RXCTL	O/LI/P D	向 MAC 发送接收控制信号。

### 3.5. 串行解

#### 串器

表 4. 串行数据链

序号	引脚名称	类型	说明
38	HSIP	I	SerDes 差分输入：1.25GHz 串行接口，用于从支持 SGMII 接口的外部设备接收数据。 差分对有一个 100 欧姆的内部终端电阻器。
39	HSIN	I	
40	HSOP	O	SerDes 差分输出：1.25GHz 串行接口，用于从支持 SGMII 接口的外部设备传输数据。 HSOP 和 HSON 与 AVDD12 之间都有一个 50 欧姆的内部终端电阻，这意味着差分阻抗为 100 欧姆。
41	HSON	O	

### 3.6. 时钟

表 5. 时钟

序号	引脚名称	类型	说明
44	CLKOUT	O	1. 由内部 PLL 生成的参考时钟。如果 MAC 不使用该时钟，则该引脚应保持浮动。 2. 同步以太网的 UTP 恢复接收时钟。
45	XTAL_IN	XT	25MHz 晶体输入引脚。 如果使用外部振荡器或来自其他设备的时钟。 1. 将外部 25MHz 振荡器或其他设备的时钟连接到 XTAL_OUT 引脚时，必须将 XTAL_IN 与 GND 短接。 2. 将外部 25MHz 振荡器或其他设备的时钟连接到 XTAL_IN 引脚时，应保持 XTAL_OUT 处于浮动状态。

46	XTAL_OUT	XT	<p>25Mhz 晶体输出引脚。</p> <p>如果使用外部振荡器或来自其他设备的时钟。</p> <p>1. 将外部 25Hhz 振荡器或其他设备的时钟连接到 XTAL_OUT 引脚时，必须将 XTAL_IN 与 GND 短接。</p> <p>2. 当连接外部 25Hhz 振荡器或时钟从另一个设备连接到 XTAL_IN 引脚时，XTAL_OUT 应保持浮动。</p>
----	----------	----	--

### 3.7. 复位

表 6.复位

序号	引脚名称	类型	说明
13	RESET_N	I/PU	硬件复位，低电平有效，至少 10ms 后断言为低电平，以实现完全复位；需要外部上拉电阻。

### 3.8. 模式选择（硬件配置）

表 7.模式选择

序号	名称	类型	说明
35	PHYAD0	O/LI/PU	PHYAD[2:0]。PHY 地址配置 默认 : 【0x001】
28	PHYAD1	O/LI/PD	
27	PHYAD2	O/LI/PD	
26	RXDLY	O/LI/PU	RGMII 接收机时钟时序控制 上拉以增加 2ns 的 RXC 延迟，该延迟将用于锁存 RXD。
36	CFG_LDO0	O/LI/PU	CFG_LDO[1:0]，RGMII I/O 焊盘的电压选择
37	CFG_LDO1	O/LI/PD	
25	CFG_MODE0	O/LI/PD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2<sup>n</sup> b00: 3.3V</li> <li>• 2<sup>n</sup> b01: 2.5V</li> <li>• 2<sup>n</sup> b10 或 2b'11: 1.8V</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• CFG_MODE[2:0]：运行模式配置。</li> </ul>

24	CFG_MODE1	O/LI/PD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3'b000: UTP &lt;-&gt; RGMII</li> <li>• 3'b001 : 光纤 &lt;-&gt; RGMII</li> </ul>
23	CFG_MODE2	O/LI/PD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3'b010:UTP/光纤 &lt;-&gt; RGMII ( 媒体自动检测 )</li> <li>• 3'b011:UTP &lt;-&gt; SGMII</li> <li>• 3'b110: UTP &lt;-&gt;光纤 ( 介质转换自动模式 )</li> <li>• 3'b111: UTP &lt;-&gt;光纤 ( 介质转换强制模式 )</li> <li>• 其他预订</li> </ul>

### 3.9. LED 默认设置

表 8.LED 默认设置

序号	引脚名称	类型	说明
35	LED0	O/LI/P U	亮 = 以 10Mbps 速率链接闪烁 = 正在传输或接收
36	LED1	O/LI/P U	亮 = 以 100Mbps 速率链接闪烁 = 正在传输或接收
37	LED2	O/LI/P D	亮 = 以 1000Mbps 的速度链接 闪烁 = 穿越或接收

注：对于其他 LED 应用，请在 PHY 初始化时设置 6.1.12 至 6.1.16 中定义的 LED REG。

### 3.10. 电源相关

表 9.电源相关

序号	引脚名称	类型	说明
30	DVDD33	P	3.3V 电源 非 RGMII I/O 数字电源
31	VDD_REG	P	用于开关稳压器的 3.3V 电源
29	DVDD_RG	P	数字 RGMII I/O、MDC/MDIO 功率，由 CFG_LDO[1:0]调整。 注：当 CFG_LDO[1:0] = 00 时，I/O 焊盘电源由连接到 DVDD_RG 引脚的 3.3V 外部电源提供。否则，将由内部 LDO 供电。
22	DVDD12	P	数字电源 1.2V
1, 12	AVDD33	P	模拟电源 3.3V

4, 9, 47	AVDD12	P	模拟电源 1.2V
49	接地	G	暴露的 PAD

### 3.11. 调节器和基准

表 10. 稳压器和基准

序号	引脚名称	类型	说明
48	RBIAS	O	偏置电阻器。
32	REG_OUT	P/O	开关稳压器 1.2V 输出，连接一个 2.2uH 绕线电阻器功率电感器

### 3.12. 管理 ( SMI 和 INTB )

表 11. 管理层

序号	引脚名称	类型	说明
14	MDC	I/PD	管理数据时钟。
15	MDIO	IO/PU	管理数据的输入/输出。 上拉至 RGMII IO 电源：3.3V/2.5V/1.8V I/O 分别为 3.3V/2.5V/1.8V
34	INTB/PMEB	O/OD	该引脚由两个功能共享，默认引脚设置为 INTB。如果不使用其中一个功能，则保持该引脚浮动。引脚类型取决于所选功能： 1. 中断（应为 3.3V 上拉）。 如果发生了指定事件，则设置为低电平；低电平有效。 2. 电源管理事件（应为 3.3V 上拉）。如果收到魔法数据包，则设置为低电平；低电平有效。 注 1：INTB 的行为是电平触发，PMEB 的行为是电平触发或脉冲触发，由 EXT 0xA00A 位[0]控制。 注 2：INTB/PMEB 的功能可由 Ext 0xa00a 位[6]分配。
			1：引脚 34 用作 PMEB。 0：引脚 34 用作 INTB（默认）。

### 3.13. 其他引脚

表 12.其他引脚

序号	引脚名称	类型	说明
33	Reserved	IO/PD	保留供内部使用。 保持浮动或外部下拉。 不应进行外部拉升。
42	NC	-	NC，保持浮动或连接至 GND
43	Reserved	G	保持浮动或连接至 GND。 不应连接至 VDD 或上拉。

## 4. 功能说明

### 4.1. 应用

#### 4.1.1. UTP应用示意图：RGMII

UTP RGMII 模式配置： 3'b000:

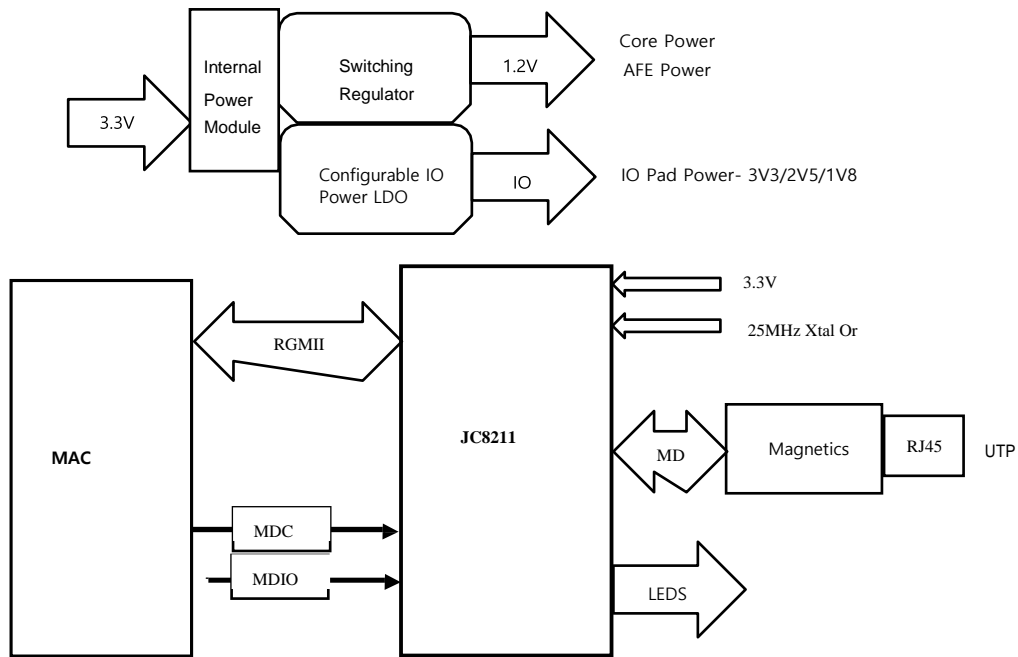
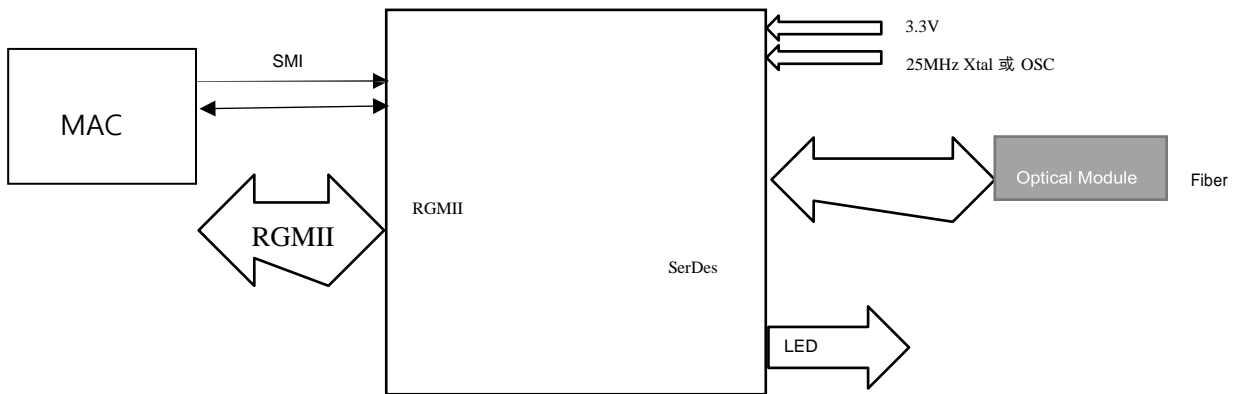


图 3.UTP应用@ RGMII示意图

#### 4.1.2. 光纤应用示意图：RGMII

光纤 RGMII :模式配置：3'b001



### 4.1.3. UTP 应用示意图 : SGMII

模式配置 : 3b'011.

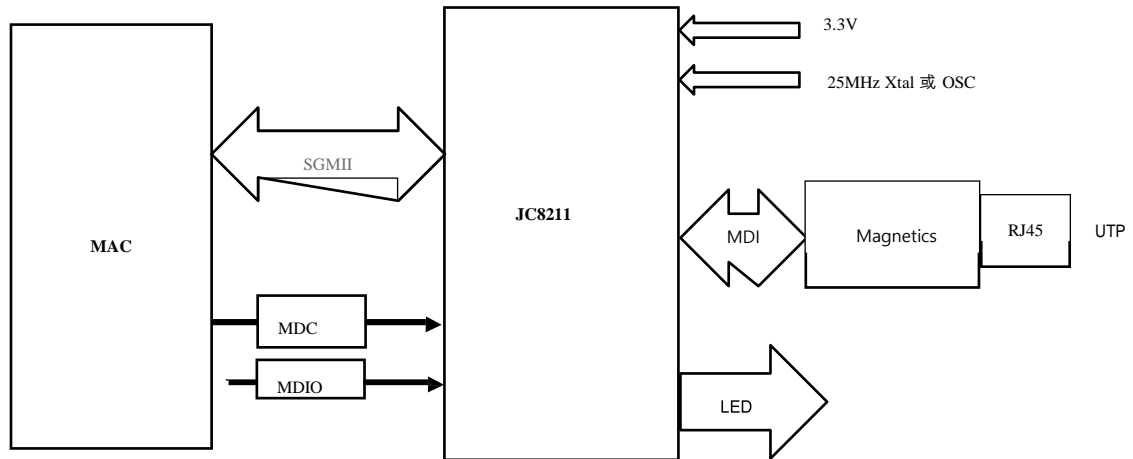


图 5.UTP应用@SGMII示意图

### 4.1.4. 光纤/UTP RGMII 应用示意图

光纤/UTP RGMII : 介质自动检测模式 , 模式配置 : 3'b010.

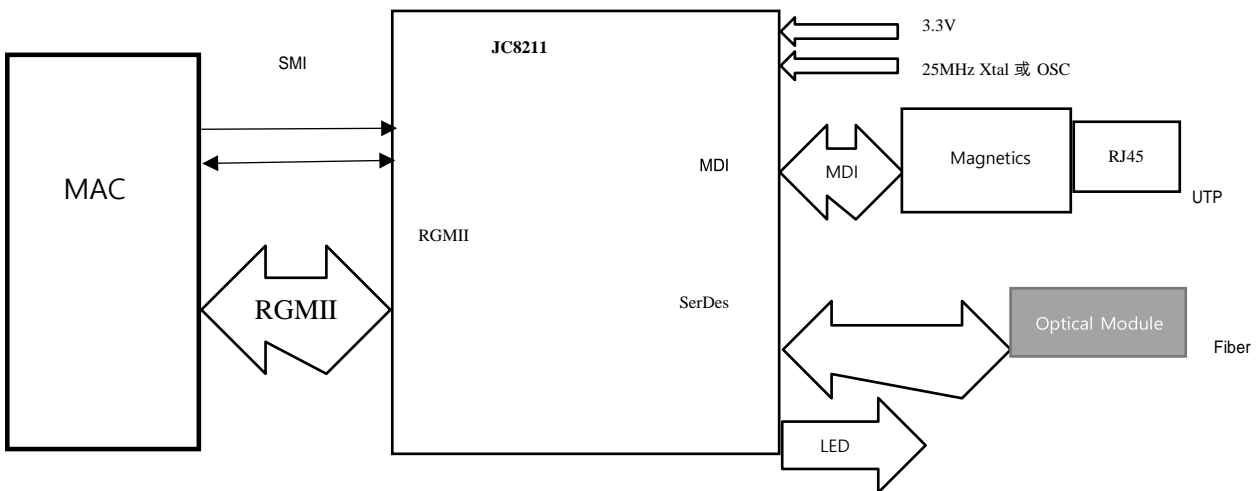


图 6.光纤/UTP RGMII 应用图

#### 4.1.5. UTP 转光纤应用示意图

UTP 至光纤介质转换器应用 ( 模式配置 : 3'b110 ( 自动 )  
/111 ( 强制 ) )

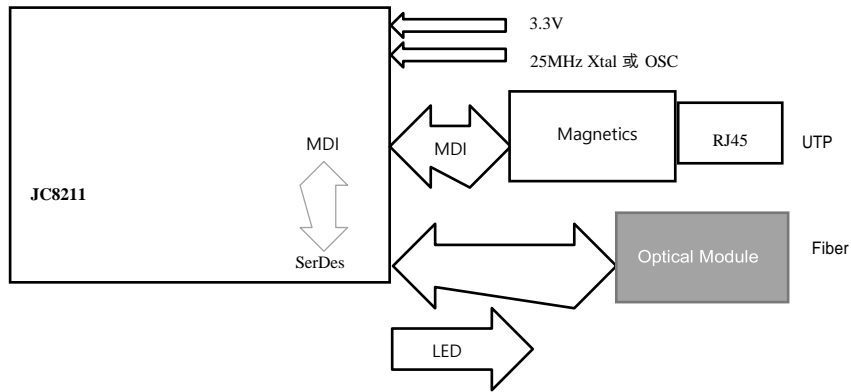


图 7.UTP 转光纤应用示意图

## 4.2. 传输功能

### 4.2.1. 发射编码器模式

#### 4.2.1.1. 10BASE-TE

在 10BASE-TE 模式下，AH8211发送和接收曼彻斯特编码数据。

来自 MAC 的发送 4 位字节 ( TXD[3:0] ) 以 2.5MHz ( TXCLK ) 的时钟频率串行化为 10Mbps 串行数据。10Mbps 串行数据被转换成曼彻斯特编码数据流，并由 D/A 转换器传输到介质上。

#### 4.2.1.2. 100BASE-TX

在 100BASE-TX 模式下，来自 MII 的 4 位数据经过 4B/5B 序列化、加扰和编码后，由 PMA 传输到三级 MLT3 序列。

来自 MAC 的 4 位字节 ( TXD[3:0] ) 时钟频率为 25MHz ( TXCLK )，通过 4B/5B 编码技术转换为 5B 符号代码，然后经过扰码和序列化，转换为 125MHz NRZ 和 NRZI 信号。NRZI 信号进入 MLT3 编码器，然后进入 D/A 转换器，最后传输到媒体上。

#### 4.2.1.3. 1000BASE-T

在 1000BASE-T 模式下，AH8211将 MAC 接口的传输数据字节扰码为 9 位符号，并通过 D/A 转换器将其编码为 4D 五电平 PAM 信号，通过四对 CAT.5E UTP 电缆以 125MBaud/s 的速度传输。

## 4.3. 接收功能

### 4.3.1. 接收解码器模式

#### 4.3.1.1. 10BASE-Te

在 10BASE-Te 模式下，恢复的 10BASE-Te 信号先进行曼彻斯特解码，然后对齐。首先，将接收到的差分信号转换为曼彻斯特编码流，然后用曼彻斯特解码器处理该流，并将其序列化为 4 位宽的字节。4 位字节以 2.5MHz 的时钟速度传送到 SGMII/RGMII 接口。

#### 4.3.1.2. 100BASE-TX

在 100BASE-TX 模式下，使用 ADC 处理 MLT3 信号，恢复数据流并解扰，使其与符号边界对齐。然后将对齐的数据并行化，并将 5B/4B 解码为 4 位数据。数据流分隔符经过转换后，以 25MHz 的时钟速度将 4 位宽的小字节输出到 SGMII/RGMII 接口。

#### 4.3.1.3. 1000BASE-T

在 1000BASE-T 模式下，PMA 在考虑布线条件（如四个线对之间的偏斜、线对交换顺序和线对极性）后恢复 4D PAM 信号。由此产生的代码组被解码为 8 位数据值。数据流定界符被适当转换，数据被输出到 MAC 接口。

## 4.4. 回波抵消器

混合电路用于在每对线路上同时发送和接收信号。如果发射器与线路不完全匹配，信号就会以回声形式反射回来。其他连接器或电缆缺陷，如配线架的不连续性和双绞线沿线电缆阻抗的变化，也会导致接收信号的信噪比急剧下降。AH8211设备采用数字回声消除器来调整回声，并能自适应补偿不同的信道条件。

## 4.5. NEXT 抵消器

1000BASE-T 物理层使用全部四个线对传输数据。由于四对双绞线捆绑在一起，因此捆绑中的相邻线对之间会产生明显的高频串扰。AH8211设备在每个接收通道上使用三个并行 NEXT 消除器来消除高频串扰。AH8211通过从均衡器输出中减去这些信号的估计值来消除 NEXT。

## 4.6. 数字自适应均衡器

数字自适应均衡器可消除接收器中的符号间干扰。数字自适应均衡器接收 ADC 输出的不平衡信号，并结合使用前馈均衡器 (FFE) 和决策反馈均衡器 (DFE)，以获得最佳优化信噪比 (SNR)。

## 4.7. 管理界面

设备的状态和控制寄存器可通过 MDIO 和 MDC 串行接口访问。该管理接口的功能和电气特性符合 IEEE 802.3 第 22 节的规定，并支持高达 12.5 MHz 的 MDC 时钟速率。

## 4.8. 协调机制

根据 IEEE 802.3 第 28 条，AH8211 在铜缆介质上使用自动协商机制协商其工作模式。自动协商支持通过比较自身能力和从链路伙伴接收到的能力来自动选择工作模式。公布的能力包括

- 速度：10/100/1000 Mbps
- 模式：全双工和/或半双工

当出现以下情况时，自动协商将被初始化：

- 开机/硬件/软件复位
- 自动协商重启
- 从掉电到开机的过渡
- 向下链接

AH8211 默认启用自动协商功能，并可通过软件控制禁用。

## 4.9. 极性检测和自动校正

AH8211 可检测并纠正两种类型的电缆错误：UTP 电缆内线对的交换（线对 0 和线对 1 之间的交换，以及（或）线对 2 和线对 3 之间的交换）和线对内线的交换。

## 4.10. 回环模式

AH8211 有三种回环模式

### 4.10.1. 内部回环

内部回环提供了利用 AH8211 中的数字电路将传输数据环回接收器的能力。

图 8.内部回环

### 4.10.2. 外部回环

外部电缆环回通过完整的数字和模拟路径以及外部电缆进行从 Tx 到 Rx 的环回，从而测试所有数字数据路径和所有模拟电路。图为外部电缆环回方框图。

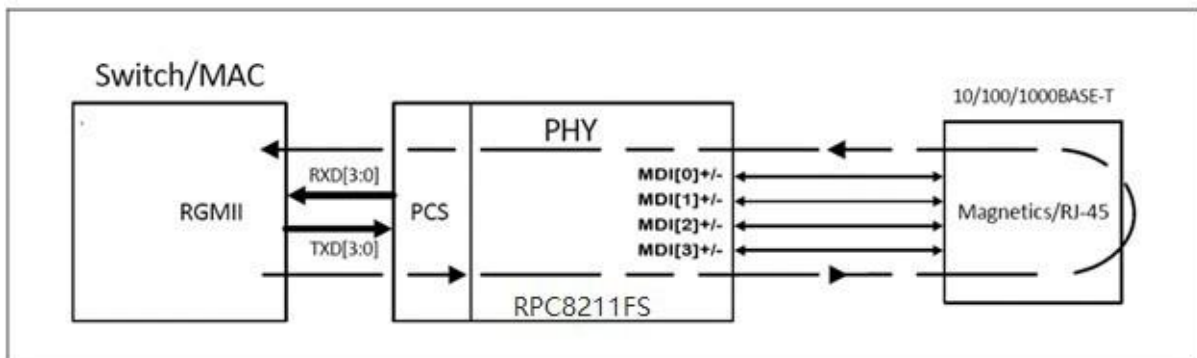


图 9.外部环回

### 4.10.3. 远程 PHY 回环

远程环回将 MDI 接收路径连接到 RGMII 接口附近的 MDI 发送路径，因此远程链路合作伙伴可以检测到由此产生的环路中的连通性。下图显示了远程环回的路径。

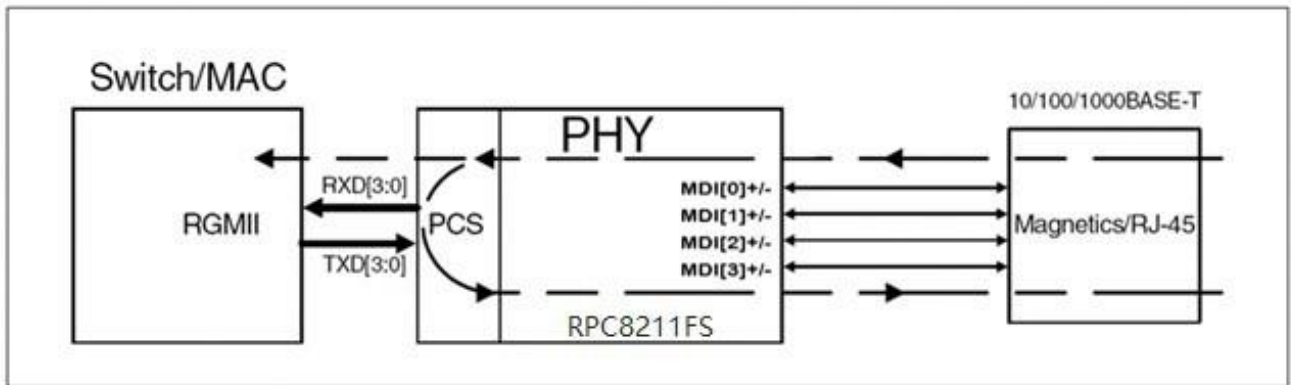


图 10.远程 PHY 回环

### 4.11. 高能效以太网 ( EEE )

EEE 是 IEEE 802.3az 标准，是 IEEE 802.3 标准的扩展。EEE 定义了对 PHY 在低功耗空闲 ( LPI ) 模式下运行的支持，启用该模式后，可在链路利用率较低时支持 QUIET ( 安静 ) 时间，允许链路伙伴双方禁用每个 PHY 的部分电路并节省功耗。

### 4.12. 同步以太网 ( Sync-E )

当设备工作在 1000BASE-T、100BASE-TX、1000BASE-X 和 100BASE-FX 传输介质上时，AH8211支持同步以太网 (Sync-E)。CLKOUT 引脚可用于输出恢复时钟。

同步-E 的恢复时钟可以是 125MHz 或 25MHz 的时钟。

当 PHY 处于 SLAVE ( 从属 ) 模式时，CLKOUT 将输出来自 MDI 的恢复时钟。如果设备处于主模式，CLKOUT 将根据本地自由运行 PLL 输出时钟。

### 4.13. 网络唤醒 ( WOL )

网络唤醒 ( WOL ) 是一种管理和调节总网络功耗的机制。AH8211支持自动检测特定帧，并通过专用硬件中断引脚发出通知。特定帧包含一个特定的数据序列，位于数据包的任何位置。数据序列包括 6 个字节的连续 1 (0xFFFFFFFFFFF)，然后是 16 次重复的待唤醒计算机的 MAC 地址。48 位 MAC 地址可在 MAC\_Address\_Cfg1~3 公共寄存器中设置，参见第 6.1.8~6.1.10 节。

## 4.14. 中断

AH8211提供一个基于 PHY 状态变化的低电平有效中断输出引脚 (INTB)。每个中断条件都由只读通用中断状态寄存器表示 (第 6.2.18 节.中断状态寄存器 ( UTP MII 寄存器 0x13 ) )。中断状态寄存器 ( UTP MII 寄存器 0x13 ) )。

可以通过设置或清除中断启用寄存器中的位来单独启用或禁用中断 (第6.2.17.中断屏蔽寄存器 ( UTP MII 寄存器 0x12 ) )。

注 1 : AH8211的中断为电平触发机制。

注 2 : INTB 和 PMEB 功能共用一个引脚 ( 引脚 34 )。请参阅第 5.4 节。INTB/PMEB 引脚用法。

## 5. 操作说明

### 5.1. PHY 地址

对于AH8211，PHYAD[2:0] 用于生成 phy 地址。

AH8211始终响应 phy 地址 0。可以通过将扩展寄存器（地址 0xa005）的位[6]配置为 1'b0 来禁用它。它还有一个广播 phy 地址，可通过 mdio 配置。扩展寄存器（地址 0xa005）的位[4:0]是广播 phy 地址，默认值为 5'b11111。扩展寄存器（地址 0xa005）的位[5]是广播 phy 地址的启用控制，默认值为 1'b0。

### 5.2. 复位

AH8211有一个低电平有效的硬件复位引脚（RESET\_N）。RESET\_N 应激活至少 10 毫秒，以确保所有内部逻辑复位到已知状态。上电后应进行硬件复位。

RESET\_N 也用于上电捆绑。RESET\_N 释放后，AH8211会锁存捆绑引脚上的输入值，这些值用作配置信息，为应用提供灵活性，而无需 mdio 访问。

AH8211还提供两个软件复位控制寄存器。一个是通过设置UTP mii寄存器（地址0x0）的第15 位来复位除部分mdio配置寄存器之外的所有UTP内部逻辑。另一个用于复位除 CDR 和部分 mdio 配置寄存器之外的所有 SerDes 内部逻辑，方法是将 SerDes mii 寄存器（地址 0x0）的第 15 位设置为 1。有关软件复位将复位哪些寄存器的详细信息，请参阅寄存器表。

符号	说明	最小	类型	最大	单位
T1	从所有功率稳定到 复位信号释放至高电平	10	-	-	毫秒
T2	复位信号保持低电平的持续时间 时间安排	10	-	-	毫秒

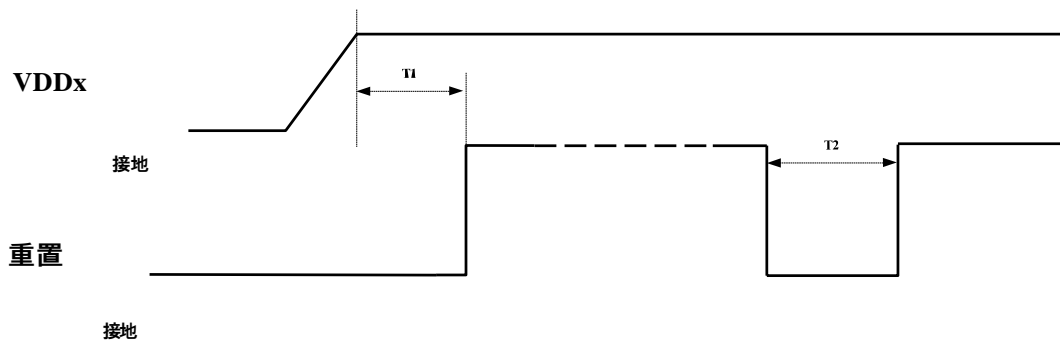


图 11.复位时序图

### 5.3. RGMII 接口

精简千兆媒体独立接口是用于千兆以太网的 GMII 的子集。对于 100M/10M 应用，RGMII 与 MII 相似。唯一不同的是，TX\_er/RX\_er 由 TXCTL/RXCTL 在时钟下降沿进行传输。TXD[3:0] 和 RXD[3:0] 将在时钟上升沿和下降沿复制。

对于 100M 应用，TXC 和 RXC 为 25MHz。对于 10M 应用，TXC 和 RXC 为 2.5MHz。

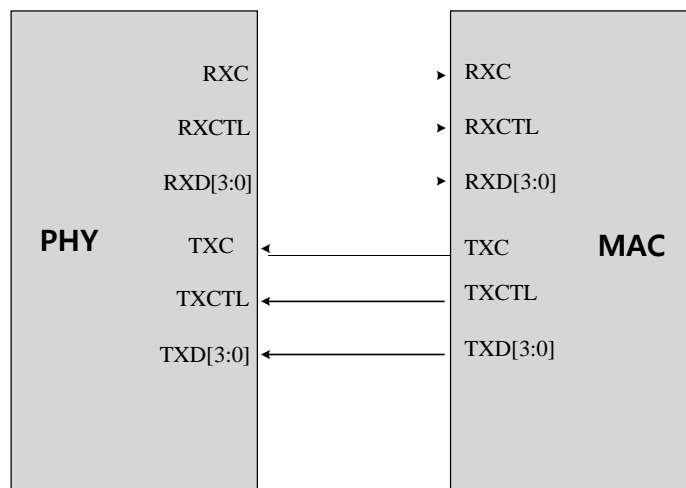


图 12.RGMII 连接图

### 5.4. INTB/PMEB 引脚用法

INTB/PMEB 引脚（引脚 34）被设计用于通知中断和 WOL 事件。此引脚的默认模式是 INTB（Ext\_0xa00a，位[6]=0）。对于一般使用，WOL 事件的指示也集成到一个中断事件中，当任何指定的 WOL 发生事件时触发。但是，在此模式下不支持“脉冲低电压”波形格式；仅提供主动低电压、电平触发波形。

如果选择了 PMEB 模式 ( Ext\_0xa00a, 位[6]=1 ) , 34 引脚将成为功能完备的 PMEB 引脚。请注意, 在该模式下中断功能被禁用。

## 5.5. 发光二极管

LED 接口既可由 PHY 控制, 也可手动控制, 与 PHY 的状态无关。有三个状态 LED。它们可用于指示运行速度、双工模式和链路状态。可以对 LED 进行编程, 使其具有不同于默认值的状态功能。它们也可以直接由寄存器接口控制。

## 5.6. 电源

AH8211 器件只需一个外部电源: 芯片内部有一个 3.3V 轨、1.2V 轨、2.5V 或 1.8V 轨。

### 5.6.1. 内部开关稳压器

AH8211 集成了一个开关稳压器, 可以高效率地将 3.3V 转换为 1.2V, 用于核心电源轨。可选择由外部稳压器提供该核心电压。

### 5.6.2. 内部 LDO

AH8211 还集成了一个 LDO, 可将 3.3V 电压转换为 2.5V 或 1.8V 电压, 用于 RGMII I/O 电源轨, 并通过 CFG\_LDO[1:0] 进行配置。

表 14. CFG\_LDO[1:0] 配置

配置	说明
2'b01	LDO 设置为 2.5V
2'b10 或 2'b11	LDO 设置为 1.8V
2'b00	使用外部 3.3V 电压为 DVDD_RG 引脚供电。禁用 LDO

## 6. 注册概述

表 15.寄存器访问类型

类型	说明
RW	读写
SC	自动清除。 如果默认值为 "0" ( "1" ) , 则向该寄存器字段写入 "1" ( "0" ) 会立即激活该功能 , 然后该字段的值为自动清除为 "0" ( "1" ) 。
RO	只读。
LH	高电平锁定。
LL	低电平锁定。
RC	阅读完毕。
SWC	软件重置为 0。
SWS	软件重置为 1。
POS	默认值取决于捆绑时的功率。

### 6.1. 公用寄存器

#### 6.1.1. SMI\_SDS\_PHY (EXT\_0xA000)

表 16.SMI\_SDS\_PHY ( EXT\_0xA000 )

位	符号	访问	默认	说明
15:2	保留	RO	0x0	保留
1	Smi_sds_phy	RW POS	0x0	控制对 UTP 寄存器或 SDS 寄存器的访问。 1→接入 SDS ; 0→接入 UTP。 默认值取决于芯片模式。当 UTP 端口退出时, 默认值为 0 ; 否则默认 1.
0	保留	RO	0x0	保留

### 6.1.2. 芯片配置 ( EXT\_0xA001 )

表 17.芯片配置 ( EXT\_0xA001 )

位	符号	访问	默认	说明
15	Sw_rst_n_mode	RW SC	0x1	全芯片软件复位，当芯片模式改变时也会断言复位、 低电平有效，自清除
14:1 2	保留	RO	0x0	保留
11	Iddq_mode	RW	0x0	Iddq 测试模式
10:9	保留	RO	0x0	保留
8	Rxc_dly_en	RW POS	0x1	rgmii clk 2ns 延迟控制，取决于捆扎
7	保留	RO	0x0	保留
6	En_ldo	RW	0x1	rgmii ldo 启用，默认为 0，并将开机捆扎完成后设置为 1
5:4	Cfg_ldo	RW POS	0x0	Rgmii ldo 电压控制。取决于绑带。 2'b11: 1.8v 2'b10: 1.8v 2'b01: 2.5v 2'b00: 3.3v
3	保留	RO	0x0	保留
2:0	模式	RW POS	0x0	芯片模式，取决于捆扎。3'b000 : UTP_TO_RGMII ; 3'b011:UTP_TO_SGMII ;

### 6.1.3. SDS\_Config (EXT\_0xA002)

表 18.SDS\_Config ( EXT\_0xA002 )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 3	保留	RO	0x0	保留
12	压紧器	RW	0x1	1: 消除由以下方式产生的 RX_ER

				当服务器在 SGMII PHY 全双工模式下工作时，RX_DV 为 0 且 rx_lpi_active为0; 0：不加压。
11	保留	RW	0x1	保留
10:8	保留	RO	0x0	保留
7:0	保留	RW	0x80	保留

#### 6.1.4. RGMII\_Config1 (EXT\_0xA003)

表 19.RGMII\_Config1 ( EXT\_0xA003 )

位	符号	访问	默认	说明
15	Rgmac_cfg_mode	RW	0x0	当芯片模式为 SGPHY_TO_RGMAC 时，它控制 RGMII 的速度、双工和链路状态的来源。这些信息将被发送到 SGMII PHY。 1：RGMII 的速度、双工、链路状态信息来自 EXT 0xA004；0：这些信息来自 RGMII OOB。详情请参阅 EXT 0xA005。
14	Tx_clk_sel	RW	0x0	0：使用原始 RGMII TXC 驱动 RGMII TXC 延迟列车； 1：使用反相 RGMII TXC 驱动 RGMII TXC 延迟列车。 用于调试
13:10	Rx_delay_sel	RW	0x0	RGMII RXC 延迟列车配置、 每步约 150ps
9	En_rgmii_fd_crs	RW	0x0	参见 EXT 0xA003 位[8]。
8	En_rgmii_crs	RW	0x0	0：不将 GMII/MII CRS 编码到 RGMII OOB； 1：半双工模式或 EXT 时，将 GMII/MII CRS 编码为 RGMII OOB 0xA003 位[9]为 1。
7:4	Tx_delay_sel_fe	RW	0xf	RGMII TXC 延迟列车配置

				当速度为 100Mbps 或 10Mbps 时，它是每步一般为 150ps。
3:0	Tx_delay_sel	RW	0x1	当速度为 1000Mbps 时，RGMII TXC 延迟列车配置通常为每步 150ps。

### 6.1.5. RGMII\_Config2 (EXT\_0xA004)

表 20.RGMII\_Config2 ( EXT\_0xA004 )

位	符号	访问	默认	说明
15:14	速度_rgphy	RO	0x0	RGMII 作为 RGMII PHY 工作时的速度信息。它也是 RGMII OOB。
13	Duplex_rgphy	RO	0x0	当作为 RGMII PHY 工作时，RGMII 的双工信息。它也是的 RGMII OOB。
12	向上链接	RO	0x0	RGMII 作为 RGMII PHY 工作时的连接信息。它也是的 RGMII OOB。
11:10	暂停_rgphy	RO	0x0	RGMII 工作时的暂停信息作为 RGMII PHY。
9	Eee_cap_rgphy	RO	0x0	RGMII 的 EEE 能力信息时它作为 RGMII PHY 工作。
8	Eee_clkstp_cap_rgphy	RO	0x0	RGMII 的 EEE 时钟可停止功能当它作为 RGMII PHY 工作时，会显示信息。
7:6	速度_rgmacc	RW	0x0	RGMII 作为 RGMII MAC 和 EXT A003 工作时的速度配置位[15]为 1。
5	双工_rgmacc	RW	0x0	RGMII 作为 RGMII MAC 工作且 EXT A003 位[15]为 1 时的双工配置。

4	链接_向上_rgmact	RW	0x0	RGMII 作为 RGMII MAC 工作且 EXT A003 位[15]为 1 时的连接配置。
3:2	暂停_rgmact	RW	0x0	时，RGMII 的暂停配置作为 RGMII MAC 工作。
1	Eee_cap_rgmact	RW	0x0	RGMII 作为 RGMII MAC 工作时的 EEE 功能配置。
0	Eee_clkstp_cap_mac	RW	0x0	RGMII 作为 RGMII 工作时的 EEE 时钟可停止功能配置 MAC.

#### 6.1.6. MDIO\_Cfg\_And\_RGMII\_OOB\_Mon (EXT\_0xA005)

表 21.MDIO\_Cfg\_And\_RGMII\_OOB\_Mon (EXT\_0xA005)

位	符号	访问	默认	说明
15:14	速度_rgmact_ob	RO	0x0	速度信息 RGMII MAC 解码从开放式办公室
13	双工_rgmact_ob	RO	0x0	RGMII MAC 从 OOB 解码的双工信息
12	向上链接_rgmact_ob	RO	0x0	链接信息 RGMII MAC 解码从开放式办公室
11	保留	RO	0x0	保留
10	旁路监控 g	RW	0x0	旁路 mdio 监视器
9:8	保留	RO	0x0	保留
7	En_mdc_la	RW	0x1	启用读取数据的 mdc 锁存器
6	En_phyaddr0	RW	0x1	1：始终响应 PHYAD 字段为 0 的 MDIO 命令； 0：只响应 PHYAD 文件等于 PHY 的 MDIO 命令地址捆扎。
5	En_bdcst_addr	RW	0x0	启用广播地址
4:0	Bdcst_addr	RW	0x0	广播地址

### 6.1.7. Misc\_Config (EXT\_0xA006)

表 22.Misc\_Config ( EXT\_0xA006 )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 2	Clk_out_sel	RW	0x0	选择将调试时钟输出到 RXC 引脚
11	En_dbg_data_todac	RW	0x0	将 adc 数据输出到 dac 以进行调试
10	En_output_clk	RW	0x0	使调试时钟输出到 RXC 引脚
9	保留	RW	0x0	保留
8	高优先级纤维	RW	0x0	1= 在 UTP_FIBER_TO_RGMII 模式下光纤具有更高的优先级，否则 UTP 具有更高的优先级
7	启用巨型	RW	0x0	启用巨型帧
6	Rem_lpbk_sds	RW	0x0	为 SDS 设置远程环回
5	Rem_lpbk_phy	RW	0x0	为 UTP 设置远程环回
4	Uldata_rloopback	RW	0x0	1=当 rem lpbk 为 0 时，继续上传数据。为软件或数据包设置
3	Bp_gmii_fatal_rst	RW	0x1	旁路 gmii fifo 溢出和下溢第一次
2:1	梳状等待计时器	RW	0x2	在第二优先媒体连接后为第一优先媒体选择等待计时器；2'b00: 1 秒； 2'b01: 5s； 2'b10: 15s； 2'b11: 25s
0	光纤速度	RW	0x1	禁用自动感应时选择光纤速度； 1: 1000BX； 0: 100FX

### 6.1.8. MAC\_Address\_Cfg1 (EXT\_0xA007)

表 23.MAC\_Address\_Cfg1 (EXT\_0xA007)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	mac_addr_loc_47_32	RW	0x0	用于 WOL 的最高 16 位 MAC 地址

### 6.1.9. MAC\_Address\_Cfg2 (EXT\_0xA008)

表 24.MAC\_Address\_Cfg2 (EXT\_0xA008)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	mac_addr_loc_31_16	RW	0x0	用于 WOL 的 MAC 地址中间 16 位

### 6.1.10. MAC\_Address\_Cfg3 (EXT\_0xA009)

表 25.MAC\_Address\_Cfg3 (EXT\_0xA009)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	mac_addr_loc_15_0	RW	0x0	用于 WOL 的最低 16 位 MAC 地址

### 6.1.11. WOL\_Cfg (EXT\_0xA00A)

表 26.WOL\_Cfg (EXT\_0xA00A)

位	符号	访问	默认	说明
15:7	保留	RO	0x0	保留
6	Pmeh_intb_sel	RW	0x0	1：引脚 34 用作 PMEB。 0：引脚 34 用作 INTB。
5	Wol_src_manual	RW	0x0	1：手动控制 WOL 事件的源来自哪个介质；0：WOL 事件的源是由芯片模式自动控制：当 UTP 存在时，它就 UTP；否则，它来自 SDS。
4	Wol_src_sel	RW	0x0	1: WOL 事件来自 SDS； 0：WOL 事件来自 UTP。
3	Wol_en	RW	0x0	启用 WOL。
2:0	Wol_lth_sel	RW	0x2	wol_lth_sel[0]、

				<p>1 : PME_B 为电平触发且低电平有效；当 PME_B 为低电平时，应将 EXT 0xA00A bit3 wol_en 设置为 0 以清除 PME_B。 <b>0</b> : PME_B 为脉冲触发和低电平有效， puse_l 宽度由 wol_lth_sel[2:1]控制。</p> <p>Wol_lth_sel[2:1] :</p> <p>00: 84ms ;</p> <p><b>01: 168ms ;</b></p> <p>10: 336ms ;</p> <p>11: 672ms.</p>
--	--	--	--	---

#### 6.1.12. LED\_GENERAL\_CFG (EXT\_0xA00B)

表 27.LED\_GENERAL\_CFG ( EXT\_0xA00B )

位	符号	访问	默认	说明
15	Col_blk_sel	RW	0x1	<p>1 = 当发生碰撞，且相关 LEDn cfg ( n 为 0/1/2 ) 寄存器的 bit3 led_col_blk_en 为 1 时，LED 在闪烁模式 2 下闪烁；</p> <p>0 = 发生碰撞时，且相关 LEDn cfg ( n 为 0/1/2 ) 寄存器的 bit3 led_col_blk_en 为 0 ，LED 在闪烁模式 1 下闪烁。</p> <p>在闪烁模式 1 和闪烁模式 2 中，LED 可以不同频率闪烁。有关闪烁模式 2 和闪烁模式 3 的信息，请参见 EXT A00F[3:0]。</p> <p>闪烁模式1。</p>
14	Jabber_led_dis	RW	0x1	1 = 当 10Mb/s Jabber 发生时，LED 不会闪烁；
13	Lpbk_led_dis	RW	0x1	1 = 在内部环回模式下，LED 将不眨眼；
12	停止尝试	RW	0x0	1: 自动协商时 LED 将亮起

				处于 LINK_GOOD_CHECK 状态，其中状态，该链接尚未开通。
11:9	保留	RO	0x0	保留
8	Led_2_force_en	RW	0x0	1 = 启用 LED2 强制模式。
7:6	Led_2_force_mode	RW	0x0	当设置第 8 位时有效。 。00：强制 LED 关闭 ；01：强制 LED 亮起 ； 10：在闪烁模式 2 下强制 LED 闪烁； 11：强制 LED 在闪烁模式 1 下闪烁（快速闪烁）。 在闪烁模式 1 和闪烁模式 2 中，LED 可以不同频率闪烁。有关闪烁模式 2 和闪烁模式 3 的信息，请参见 EXT A00F[3:0]。 闪烁模式1。
5	Led_1_force_en	RW	0x0	1 = 启用 LED1 强制模式。
4:3	Led_1_force_mode	RW	0x0	当第 5 位被设置时有效。 有关强制模式，请参阅 EXT A00B[7:6]。 描述
2	Led_0_force_en	RW	0x0	1 = 启用 LED0 强制模式。
1:0	Led_0_force_mode	RW	0x0	位 2 设置时有效。 有关强制模式，请参见 EXT A00B[7:6]。 描述

### 6.1.13. LED0\_CFG (EXT\_0xA00C)

表 28.LED0\_CFG ( EXT\_0xA00C )

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15:1 4	Led_src_sel_0	RW POS	0x0	选择控制 LED0 的内部信号源。 2'b00: UTP 2'b01: serdes 2'b10 : UTP 和串行接口 2'b11 : UTP 或串行接口 LED0 cfg 的默认值取决于芯片的捆绑模式。
13	Led_act_blk_ind_0	RW POS	0x0	当有流量时，无论之前 LED0 的状态是开还是关，都使 LED0 闪烁，或者使 LED0 闪烁 只有当前一个 LED0 亮起时，才会显示 "ON"。
12	Led_fdx_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链路启动且双工模式为全双工时，LED0 将亮起。
11	Led_hdx_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链路启动且双工模式为半双工时 双工时，LED0 将亮起。
10	Led_txact_blk_en_0	RW POS	0x1	1：如果位[13]为 1，或位[13]为 0，并且在特定速度或双工模式下激活了 ON，当 PHY 链路启动且 TX 为 激活，使 LED0 在模式 2 下闪烁。
9	Led_rxact_blk_en_0	RW POS	0x1	1：如果位[13]为 1，或位[13]为 0，并且在特定速度或双工模式下激活了 ON，当 PHY 链路启动且 RX 为 激活，使 LED0 在模式 2 下闪烁。
8	Led_txact_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链接启动且 TX 激活时，使 LED0 接通至少 10 毫秒。
7	Led_rxact_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链接启动且 RX 激活时，使 LED0 至少亮起 10 毫秒。
6	Led_gt_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链路启动且速度模式为 1000Mbps，使 LED0 亮起。

5	Led_ht_on_en_0	RW POS	0x0	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链路启动且速度模式为 100Mbps，使 LED0 亮起；
4	Led_bt_on_en_0	RW POS	0x1	1：如果 BLINK 状态未激活，当 PHY 链接启动且速度模式为 10Mbps 时、使 LED0 亮起；
3	Led_col_blk_en_0	RW POS	0x0	1：如果 PHY 链路接通并发生碰撞、使 LED0 闪烁；
2	Led_gt_blk_en_0	RW POS	0x0	1：如果 PHY 链路已启动且速度模式为 1000Mbps，使 LED0 闪烁；
1	Led_ht_blk_en_0	RW POS	0x0	1：如果 PHY 链路已启动且速度模式为 100Mbps，使 LED0 闪烁；
0	Led_bt_blk_en_0	RW POS	0x0	1：如果 PHY 链路已启动且速度模式为 10Mbps，使 LED0 闪烁；

#### 6.1.14. LED1\_CFG (EXT\_0xA00D)

表 29.LED1\_CFG ( EXT\_0xA00D )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 4	Led_src_sel_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
13	Led_act_blk_ind_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
12	Led_fdx_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
11	Led_hdx_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
10	Led_txact_blk_en_1	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
9	Led_rxact_blk_en_1	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
8	Led_txact_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
7	Led_rxact_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。

6	Led_gt_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
5	Led_ht_on_en_1	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
4	Led_bt_on_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
3	Led_col_blk_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
2	Led_gt_blk_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
1	Led_ht_blk_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
0	Led_bt_blk_en_1	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。

#### 6.1.15. LED2\_CFG (EXT\_0xA00E)

表 30.LED2\_CFG ( EXT\_0xA00E )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 4	Led_src_sel_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
13	Led_act_blk_ind_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
12	Led_fdx_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
11	Led_hdx_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
10	Led_txact_blk_en_2	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
9	Led_rxact_blk_en_2	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
8	Led_txact_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。

7	Led_rxact_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
6	Led_gt_on_en_2	RW POS	0x1	与 LED0 控制逻辑相同。
5	Led_ht_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
4	Led_bt_on_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
3	Led_col_blk_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
2	Led_gt_blk_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
1	Led_ht_blk_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。
0	Led_bt_blk_en_2	RW POS	0x0	与 LED0 控制逻辑相同。

#### 6.1.16. LED\_BLINK\_CFG (EXT\_0xA00F)

表 31.LED\_BLINK\_CFG ( EXT\_0xA00F )

位	符号	访问	默认	说明
15:7	保留	RO	0x0	保留
6:4	工作时间	RW	0x0	选择闪烁的占空比：000：50% ON，50% OFF； 001: 开启 67%，关闭 33%； 010:75% ON，25% OFF； 011:83% ON，17% OFF； 100：50% 开启，50% 关闭； 101: 开启 33%，关闭 67%； 110: 25% ON 和 75% OFF； 111: 17% ON 和 83% OFF。
3:2	频率_sel_2	RW	0x1	选择闪烁模式的频率2：00: 2Hz； 01: 4Hz； 10: 8Hz 11: 16Hz

1:0	频率_sel_1	RW	0x2	选择闪烁模式的频率1 : 00 : 2Hz ; 01: 4Hz ; 10: 8Hz 11: 16Hz
-----	----------	----	-----	--

### 6.1.17. 垫驱动强度配置 ( EXT\_0xA010 )

表 32. 强度配置 ( EXT\_0xA010 )

位	符号	访问	默认	说明
15:10	保留	RO	0x0	保留
9:8	同步博士	RW	0x3	SyncE 垫的驱动强度。2'b11 : 最强 ; 2'b00 : 最弱
7:6	Dr_mdio	RW	0x3	mdio pad 的驱动强度。 2'b11 : 最强 ; 2'b00 : 最弱
5:4	Dr_rx_rgmii	RW POS	0x1	驱动 Rx Rgmii 衬垫的强度。2'b11 : 最强 ; 2'b00 : 最弱、 取决于 rgmii IO 电压水平
3:2	保留	RW	0x3	保留
1:0	Dr_led	RW	0x3	led io pad 的驱动强度。 2'b11 : 最强 ; 2'b00 : 最弱

### 6.1.18. SyncE\_CFG (EXT\_0xA012)

表 33.SyncE\_CFG ( EXT\_0xA012 )

位	符号	访问	默认	说明
15:6	保留	RO	0x0	保留
5	En_sync_e	RW	0x0	启用 SyncE 时钟输出
4	En_sync_e_during_lnkdn	RW	0x0	始终输出 SyncE 时钟，即使在 链接中断
3	Clk_fre_sel	RW	0x1	1'b1 : 输出 125m 时钟 ; 1'b0 : 输出 25m 时钟

2:1	Clk_src_sel	RW	0x0	选择 SyncE 的时钟源。2'b00 : PLL 时钟 ; 2'b01 : UTP 恢复的 RX 时钟 ; 2'b10 : SDS 恢复的 RX 时钟 ; 2'b11: 保留
0	保留	RW	0x0	保留

## 6.2. UTP MII 寄存器

### 6.2.1. 基本控制寄存器 ( 0x00 ) : 默认 0x1140

表 34.基本控制寄存器 ( 0x00 )

位	符号	访问	默认	说明
15	重置	RW SC	0x0	PHY 软件复位。对该位写 1 会导致 PHY 立即复位。操作完成后，该位将自动清零。 0: 正常运行 1: PHY 复位
14	环回	RW SWC	0x0	内部环回控制 1'b0: 禁用环回 1'b1 : 启用环回
13	速度选择 ( LSB )	RW	0x0	speed_selection[1:0] 的 LSB。可通过自动协商过程或手动速度选择 speed_selection[1:0]来选择链路速度。 当通过清零位禁用自动协商时，速度选择 [1:0]有效。 0.12 为零。位 6 位 13 1 1 = 保留 1 0 = 1000Mb/s 0 1 = 100Mb/s 0 0 = 10Mb/s
12	Autoneg_En	RW	0x1	1 : 启用自动协商 ; 0 : 禁用自动协商。
11	断电	RW SWC	0x0	1 = 断电 0 = 正常运行 当端口从断电状态切换到正常运行、软件重置和自动谈判在偶数位进行[15 ]

				RESET 和位 [9] RESTART_AUTO_NEGOTIATION 未被复位。 由用户设置。
10	隔离	RW SWC	0x0	将 phy 与 RGMII/SGMII/FIBER 隔离。 1'b0: 正常模式 1'b1 : 隔离模式
9	Re_Autoneg	RW SC SWS	0x0	自动协商功能在硬件或软件复位后自动重启， 与位[9] RESTART 无关。 1 = 重新启动自动协商进程 0 = 正常运行
8	双工模式	RW	0x1	双工模式可通过自动协商过程或手动双工 选择来选择。将位 [12] AUTO_NEGOTIATION 设置为 0 禁用自动 协商时，允许手动选择双工模式。 1 = 全双工 0 = 半双工
7	碰撞测试	RW SWC	0x0	将该位设置为 1 时，每当 TX_EN 信号 断定时，COL 信号就会断定。 1 = 启用 COL 信号测试 0 = 禁用 COL 信号测试
6	速度选择 (MSB)	RW	0x1	参见第 13 位。
5:0	保留	RO	0x0	保留。写入时为 0，读取时忽略

### 6.2.2. 基本状态寄存器 (0x01) : 默认值 0x7949

表 35.基本 寄存器 (0x01)

位	符号	访问	默认	说明
15	100BASE-T4	RO	0x0	物理层不支持 100BASE-T4
14	100BASE-X_Fd	RO	0x1	PHY 支持 100BASE-X_FD
13	100BASE-X_Hd	RO	0x1	PHY 支持 100BASE-X_HD

12	10Mbps_Fd	RO	0x1	PHY 支持 10Mbps_Fd
11	10Mbps_Hd	RO	0x1	PHY 支持 10Mbps_Hd
10	100BASE-T2_Fd	RO	0x0	PHY 不支持 100BASE-T2_Fd
9	100BASE-T2_Hd	RO	0x0	物理层不支持 100BASE-T2_Hd
8	扩展状态	RO	0x1	是否支持 MII 中的扩展状态寄存器 0xF 0: 不支持 1: 支持
7	单向能力	RO	0x0	1'b0 : 只有当 PHY 确定已建立有效链接时, PHY 才能从 MII 发送信息 1'b1:无论 PHY 是否已确定有效链路, PHY 都能从 MII 传输数据。 既定
6	Mf_Preamble_Suppression	RO	0x1	1'b0 : PHY 将不接受已抑制前导码的管理帧 1'b1 : PHY 将接受管理前导抑制的帧
5	自动完成	RO SWC	0x0	1'b0 : 自动协商过程未完成 1'b1:自动协商过程已完成
4	远程故障	RO RC SWC LH	0x0	1'b0 : 未检测到远程故障情况 1'b1 : 检测到远程故障情况
3	自主能力	RO	0x1	1'b0 : PHY 无法执行自动协商 1'b1:PHY 能够执行自动协商
2	链接状态	RO LL SWC	0x0	链接状态 1'b0 : 链接中断 1'b1:链接已启动

1	Jabber_Detect	RO RC SWC LH	0x0	检测到 10BASE-Te jabber。如果发送活动持续时间超过 42 毫秒，它就会断言。 1'b0：未检测到 Jabber 条件 1'b1:检测到 Jabber 条件。
0	扩展能力	RO	0x1	表示是否支持扩展寄存器，从地址寄存器 0x1E 和数据寄存器 0x1F 访问 1'b0： 不支持 1'b1:支持

### 6.2.3. PHY 标识寄存器 1 (0x02)：默认值 0x0

表 36.PHY 寄存器1 ( 0x02 )

位	符号	访问	默认	说明
15:0	Phy_Id	RO	0x0	组织结构图的第 3 至 18 位 唯一标识符

### 6.2.4. PHY 标识寄存器2 (0x03)：默认值 0x11A

表 37.PHY 寄存器2 ( 0x03 )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 0	Phy_Id	RO	0x0	组织结构图的第 19 至 24 位 唯一标识符
9:4	类型_编号	RO	0x11	6 位制造商型号
3:0	修订_编号	RO	0xA	4 位制造商修订号

### 6.2.5. 自动协商广告 (0x04)：默认值 0x1DE1

表 38.自 商广告 (0x04)

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15	下一页	RW	0x0	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入</li> </ul>
				<p>寄存器 0x0 位[15]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>如果宣传 1000BASE-T，则自动传输所需的下一页。如果不需要额外的下一页，则必须将该位设置为 0。</p> <p>1 = 广告 0 = 未公布</p>
14	阿克	RO	0x0	始终为 0。
13	远程故障	RW	0x0	<p>1 = 设置远程故障位 0 = 不设置远程故障位</p>
12	扩展_下一页	RW	0x1	<p>扩展下一页启用控制位 1 = 本地设备支持传输扩展下一页 0 = 本地设备不支持 传送下几页的扩展内容。</p>

11	非对称暂停	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>1 = 不对称暂停 0 = 无非对称暂停</p>
10	暂停	RW	0x1	<p>该位会在 但是</p> <p>在出现以下情况时，配置才会生效： 该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>1 = 已执行 MAC PAUSE 0 = 未执行 MAC PAUSE</p>
9	100BASE-T4	RO	0x0	<p>1 = 能够执行 100BASE-T4 0 = 无法执行 100BASE-T4 始终为 0</p>

8	100BASE-TX_Full_Duplex	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>1 = 广告 0 = 未公布</p>
7	100BASE-TX_Half_Duplex	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但配置要等到出现以下任何一种情况：</p>
				<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>1 = 广告 0 = 未公布</p>

6	10BASE-Te_Full_Duplex	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断 1 = 广告 0 = 未公布</li> </ul>
5	10BASE-Te_Half_Duplex	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 端口从断电状态切换</li> </ul>
				<p>通过写入寄存器 0x0 位[11] 恢复正常运行。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 链接中断 1 = 广告 0 = 未公布</li> </ul>
4:0	选择器_字段	RW	0x1	<p>选择器字段模式。00001 = IEEE 802.3</p>

#### 6.2.6. 自动协商链路伙伴能力 (0x05) : 默认值 0x0

表 39.自 商 路合作 伴能力 (0x05)

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15	1000BASE-X_Fd	RO SWC	0x0	接收代码字 第 15 位 1 = 链路伙伴能进行下一页操作 0 = 链路伙伴不能进行下一页操作
14	ACK	RO SWC	0x0	确认。接收代码字位 14 1 = 链路伙伴已收到链路代码字 0 = 链路伙伴未收到链路暗语
13	远程故障	RO SWC	0x0	远程故障。接收代码字 位 13 1 = 链路伙伴检测到远程故障 0 = 未检测到链接伙伴远程故障
12	保留	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字位 12
11	非对称暂停	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字 位 11 1 = 链路伙伴请求非对称暂停 0 = 链路伙伴不请求对称
				暂停
10	暂停	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 10 位 1 = 链路合作伙伴支持暂停操作 0 = 链路伙伴不支持暂停操作
9	100BASE-T4	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 9 位 1 = 链路伙伴支持 100BASE-T4 0 = 链路伙伴不支持支持 100BASE-T4

8	100base- tx_全双工	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 8 位 1 = 链路合作伙伴支持 100BASE-TX 全双工 0 = 链路合作伙伴不支持 100BASE-TX 全双工
7	100base- tx_半双工	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 7 位 1 = 链路合作伙伴支持 100BASE-TX 半双工 0 = 链路伙伴不支持 100BASE-TX 半双工
6	10BASE- Te_FULL_DUPLEX	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 6 位 1 = 链路合作伙伴支持 10BASE-Te 全双工 0 = 链路合作伙伴不支持 10BASE-Te 全双工
5	10BASE- Te_HALF_DUPLEX	RO SWC	0x0	技术能力字段。接收代码字第 5 位 1 = 链路合作伙伴支持 10BASE-Te 半双工 0 = 链路合作伙伴不支持
				10BASE-Te 半双工
4:0	SELECTOR_FIELD	RO SWC	0x0	选择器字段 接收码字位 4:0

### 6.2.7. 自动协商扩展寄存器 (0x06) : 默认值 0x0004

表 40.自 商 展 寄 存 器 ( 0x06 )

位	符号	访问	默认	说明
15:5	保留	RO	0x0	保留

4	并联检测故障	RO RC LH SWC	0x0	1 = 检测到故障 0 = 未检测到故障
3	能够链接到下一页	RO LH SWC	0x0	1 = 链路伙伴支持下一页 0 = 链路伙伴不支持下一页
2	本地 NEXT 页能够	RO	0x1	1 = 本地设备支持下一页 0 = 本地设备不支持下一步页次
1	收到页码	RO RC LH	0x0	1 = 收到一个新页面 0 = 未收到新页面
0	链接合作伙伴自动协商功能	RO	0x0	1 = 链路合作伙伴支持自动协商 0 = 链路伙伴不支持自动协商

#### 6.2.8. 自动协商 NEXT 页寄存器 (0x07) : 默认值 0x2801

表 41.自 商 NEXT 寄存器 ( 0x07 )

位	符号	访问	默认	说明
15	下一页	RW	0x0	传输代码字第 15 位 1 = 该页面不是最后一页 0 = 该页是最后一页
14	保留	RO	0x0	保留
13	信息页面模式	RW	0x1	传输代码字 位 13 1 = 信息页面 0 = 未格式化页面
12	阿克2	RW	0x0	传输代码字位 12 1 = 符合 报文要求 0 = 无法遵守信息
11	切换	RO	0x0	传输代码字第 11 位 1 = 先前交换的代码字中的该位为逻辑 0 0 = 之前设置的切换位 交换的代码字为逻辑 1

10:0	消息/信息	RW	0x1	传输代码字位 [10:0]。这些位编码为信息 当位[13]设置为 1 时为代码字段，当位[13]设置为 0 时为非格式化代码字段。 设置为 0。
------	-------	----	-----	--

### 6.2.9. 自动协商链路伙伴接收 NEXT 页寄存器 (0x08)

表 42. 自 商 路合作 伴接收 NEXT 寄存器 (0x08)

位	符号	访问	默认	说明
15	下一页	RO	0x0	接收代码字 第 15 位 1 = 本页不是最后一页 0 = 本页是最后一页
14	阿克	RO	0x0	接收代码字 位 14 1 = 成功接收其链接 合作伙伴的回音 0 = 未收到链接伙伴的应答
13	信息页面模式	RO	0x0	接收代码字 Bit 13 1 = 信息 页面 0 = 未格式化页面
12	阿克2	RO	0x0	接收代码字 Bit 12 1 = 符合 报文要求 0 = 无法遵守信息
11	切换	RO	0x0	接收代码字 第 11 位 1 = 以前交换的数据中的该位 代码字为逻辑 0 0 = 之前设置的切换位 交换的代码字为逻辑 1
10:0	消息/信息	RO	0x0	接收代码字位 10:0 这些位的编码方式为 "信息"。 当位[13]设置为 1 时为代码字段，当位[13]设置为 0 时为非格式化代码字段。

### 6.2.10. 主从控制寄存器 ( 0x09 ) : 默认值 0x0200

表 43.主 控制寄存器 ( 0x09 )

位	符号	从 访问	默认	说明
15:1 3	测试模式	RW	0x0	<p>来自 RXC 引脚的 TXC 信号用于测试模式 2 和 3 的抖动测试。</p> <p>退出测试模式时，必须通过写入寄存器 0x0 位[15]进行硬件复位或软件复位，以确保正常运行。</p> <p>000 = 正常模式            001 = 测试模式 1 - 发射波形测试            010 = 测试模式 2 - 传输抖动测试 ( 主控模式 )            011 = 测试模式 3 - 传输抖动测试 ( 从属模式 )            100 = 测试模式 4 - 发射失真测试            110, 111 = 保留，正常运行。</p>
12	主站/从站 手动配置 启用	RW	0x0	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 重启自动协商已触发</li> </ul> <p>通过写入寄存器 0x0 位[9]来实现</p>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>1 = 手动主/从配置            0 = 自动主站/从站配置。</p>

11	主/从配置	RW	0x0	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>如果位[12]为 0，则忽略该位。  1 = 手动配置为主站  0 = 手动配置为 SLAVE。</p>
10	端口类型	RW	0x0	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断</li> </ul> <p>如果位[12]为 1，则忽略该位。  1 = 优先选择多端口设备 (MASTER)</p>
				<p>0 = 优先选择单端口设备 ( SLAVE )</p>

9	1000BASE-T 全	RW	0x1	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断 1 = 广告 0 = 未公布</li> </ul>
8	1000BASE-T 半双工	RW	0x0	<p>该位在写入操作后立即更新，但在出现以下情况时配置才会生效：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[15]</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[9]触发重启自动协商。</li> <li>• 通过写入寄存器 0x0 位[11]，将端口从掉电状态切换到正常运行状态。</li> <li>• 链接中断 1 = 广告 0 = 不公布（默认值）</li> </ul>
7:0	保留	RW	0x0	写入时为 0，读取时忽略。

### 6.2.11. 主从状态寄存器 ( 0x0A )

表 44.主 寄存器 ( 0x0A )

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15	主站/从站配置错误	RO RC SWC LH	0x0	该寄存器位将在读取、MII 0.12 上升和 AN 上升完成时清零。1 = 检测到主/从配置故障 0 = 未检测到故障
14	主/从	RO	0x0	除非寄存器 0x1 bit5 为 1，否则该位无效。 1 = 本地 PHY 配置已解析为主设备 0 = 本地 PHY 配置解析为奴隶
13	本地接收器状态	RO	0x0	1 = 本地接收器正常 0 = 本地接收器不正常
12	远程接收器	RO	0x0	1 = 远程接收器正常 0 = 远程接收器不正常
11	链路合作伙伴	RO	0x0	除非寄存器 0x1 bit5 为 1，否则该位无效。 1 = 链路合作伙伴支持 1000BASE-T 半双工 0 = 链路合作伙伴不支持 1000BASE-T 半双工
10	链路合作伙伴	RO	0x0	除非寄存器 0x1 bit5 为 1，否则该位无效。 1 = 链路合作伙伴支持 1000BASE-T 全双工 0 = 链路合作伙伴不支持 1000BASE-T 全双工
9:8	保留	RO	0x0	保留
7:0	空闲错误计数	RO RC	0x0	空闲错误计数器的 MSB。该寄存器显示自上次对该寄存器执行读取操作以来的空闲错误计数。计数器定格在 111111111 并且不会翻滚。

### 6.2.12. MMD 访问控制寄存器 ( 0x0D )

表 45.MMD 控制寄存器 ( 0x0D )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 4	功能	RW	0x0	00 = 地址 01 = 数据，无职位递增 10 = 数据，读写时递增 11 = 数据，写入时递增 只是
13:5	保留	RO	0x0	保留
4:0	DEVAD	RW	0x0	MMD 寄存器设备地址。00001 = MMD1 00011 = MMD3 00111 = MMD7

### 6.2.13. MMD 访问数据寄存器 ( 0x0E )

表 46.MMD 数据寄存器 ( 0x0E )

位	符号	访问	默认	说明
15:0	地址数据	RW	0x0	如果寄存器 0xD 位 [15:14] 为 00，则该寄存器用作 MMD DEVAD 地址寄存器。否则，该寄存器将用作 MMD DEVAD 数据寄存器。 由其地址寄存器指示。

### 6.2.14. 扩展状态寄存器 (0x0F)

表 47. 展 寄存器 ( 0x0F )

位	符号	访问	默认	说明
15	1000BASE-X 全双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-X 全双工 0 = PHY 不支持 1000BASE-X 全双工

				始终为 0。
14	1000BASE-X 半双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-X 半双工。 0 = PHY 不支持 1000BASE-X 半双工。 始终为 0
13	1000BASE-T 全双工	RO	0x1	1 = 物理层支持 1000BASE-T 全双工 0 = PHY 不支持 1000BASE-T 全双工 始终 1
12	1000BASE-T 半双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-T 半双工 0 = PHY 不支持 1000BASE-T 半双工 始终为 0。
11:0	保留	RO	0x0	保留

#### 6.2.15. PHY 专用功能控制寄存器 (0x10) : 默认值 0x0062

表 48.PHY 用功能控制寄存器 ( 0x10 )

位	符号	专 访问	默认	说明
15:7	保留	RO	0x0	保留
6:5	Cross_md	RW	0x3	对这些位的更改会干扰正常运行，因此更改后必须进行软件复位。在软件复位之前，配置不会生效。 00 = 手动 MDI 配置 01 = 手动 MDIX 配置 10 = 保留 11 = 启用全部自动分频模式
4	保留	RO	0x0	保留
3	Crs_on_tx	RW	0x0	该位在 10BASE-Te 半双工中有效。

				双工模式和 100BASE-TX 模式：1 = 发送或接收时唤起 CRS 0 = 传输时从不断言 CRS、只有在接收时才会断言。
2	En_sqe_test	RW	0x0	1 = 启用 SQE 测试，0 = 禁用 SQE 测试 注意：在全双工模式下，SQE 测试会自动禁用，无论该位的设置。
1	En_pol_inv	RW	0x1	如果禁用极性反转，在 10BASE-Te 中极性将强制为正常。 1 = 启用极性反转 0 = 禁用极性反转
0	Dis_jab	RW	0x0	1 = 禁用 10BASE-Te 杂音检测功能 0 = 启用 10BASE-Te 顺口溜检测功能

#### 6.2.16. PHY 专用状态寄存器 (0x11)

表 49.PHY 用 寄存器 (0x11)

位	符号	访问	默认	说明
15:1 4	速度模式	RO	0x0	只有当位 11 为 1 时，这些状态位才有效。当自动协商完成或自动协商禁用时，位 11 被置位。 11 = 保留 10 = 1000 Mbps 01 = 100 Mbps 00 = 10 Mbps
13	双工	RO	0x0	只有当 bit11 为 1.当自动协商为 "1 "时，Bit11 被置位。完成或自动协商

				<p>残疾人。</p> <p>1 = 全双工</p> <p>0 = 半双工</p>
12	页码 收到真实时间	RO	0x0	<p>1 = 收到页面</p> <p>0 = 未收到页面</p>
11	解决速度和双工问题	RO	0x0	<p>禁用自动协商时，该位设置为 1 表示强制速度模式。</p> <p>1 = 已解决</p> <p>0 = 未解决</p>
10	链接状态实时	RO	0x0	<p>1 = 连接</p> <p>0 = 链路中断</p>
9:7	保留	RO	0x0	保留
6	MDI 转换状态	RO	0x0	<p>只有当 bit11 为 1.当自动协商完成或自动协商禁用时，Bit11 被置位。</p> <p>位值取决于寄存器 0x10 "PHY 特定功能控制寄存器"的位 6~ 位 5 配置。</p> <p>寄存器 0x10 配置在软件复位后生效。</p> <p>1 = MDIX</p> <p>0 = 计量单位</p>
5	线速降级	RO	0x0	<p>1 = 降级</p> <p>0 = 不降级</p>
4	保留	RO	0x0	保留
3	传输暂停	RO	0x0	<p>只有当 bit11 为 1.自动协商完成时，Bit11 被置位。</p> <p>该位表示 MAC 暂停分辨率。该位仅供参考，设备不会使用。在强制模式下，该位设置为 0。</p> <p>1 = 启用传输暂停</p> <p>0 = 禁用传输暂停</p>
2	接收暂停	RO	0x0	该状态位仅在位[11] 时有效。

				当自动协商完成时，位[11]被置位。该位表示 MAC 暂停分辨率。该位仅供参考，设备不会使用。在强制模式下，该位被设置为 0。 1 = 启用接收暂停 0 = 禁用接收暂停
1	极性 实时	RO	0x0	1 = 恢复极性 0 = 正常极性
0	Jabber 实时	RO	0x0	1 = Jabber 0 = 无抖动

### 6.2.17. 中断屏蔽寄存器 (0x12)

表 50.中 蔽寄存器 (0x12)

位	符号	访问	默认	说明
15	自动协商错误 INT 掩码	RW	0x0	1 = 启用中断 0 = 禁用中断
14	速度改变 INT 屏蔽	RW	0x0	与第 15 位相同
13	双工改变 INT 屏蔽	RW	0x0	与第 15 位相同
12	页码 接收 INT 面罩	RW	0x0	与第 15 位相同
11	链接失败 INT 屏蔽	RW	0x0	与第 15 位相同
10	链接成功 INT 屏蔽	RW	0x0	与第 15 位相同
9:7	矜持	RW	0x0	没有使用过。
6	WOL INT 掩码	RW	0x0	与第 15 位相同
5	线速 降级的 INT 掩码	RW	0x0	与第 15 位相同
4	保留	RW	0x0	没有使用过。
3	Serdes 链接失败 INT 面罩	RW	0x0	与第 15 位相同

2	Serdes 链接成功 INT 掩码	RW	0x0	与第 15 位相同
1	极性改变 INT 屏蔽	RW	0x0	与第 15 位相同
0	Jabber Happened INT 面罩	RW	0x0	与第 15 位相同

### 6.2.18. 中断状态寄存器 ( 0x13 )

表 51.中 寄存器 ( 0x13 )

位	符号	访问	默认	说明
15	自动协商错误 INT	RO RC	0x0	发生以下任何情况时都可能出错： <ul style="list-style-type: none"> <li>• MASTER/SLAVE 无法解决正确</li> <li>• 并联检测故障</li> <li>• 没有共同的 HCD</li> <li>• 链接在谈判结束</li> <li>• 选择器字段不等于</li> <li>• 当 Autoneg 仲裁 FSM 处于下一页等待状态时，flp_receive_idle=true</li> </ul> 1 = 发生自动协商错误 0 = 未发生自动协商错误 地点
14	速度改变 INT	RO RC	0x0	1 = 更改速度 0 = 速度不变
13	双工改变 INT	RO RC	0x0	1 = 改变双工 0 = 双工不变
12	页码 接收 INT	RO RC	0x0	1 = 收到页面 0 = 未收到页面
11	链接失败 INT	RO RC	0x0	1 = Phy 链路发生故障 0 = 不发生链路中断
10	链接 Succeed INT	RO RC	0x0	1 = 进行 Phy 连接

				0 = 不连接
9:7	矜持	RO RC	0x0	没有使用过。
6	WOL INT	RO RC	0x0	1 = PHY 收到 WOL 神奇帧。 0 = PHY 没有收到 WOL 魔法画框
5	线速降级的 INT	RO RC	0x0	1 = 速度降级。 0 = 速度没有降低。
4	保留	RO RC	0x0	保留
3	Serdes 链接失败 INT	RO RC	0x0	1 = Sds 链路发生故障 0 = 不发生 Sds 链路故障
2	Serdes 链接成功 INT	RO RC	0x0	1 = 连接 Sds 0 = 不进行 Sds 连接
1	极性改变 INT	RO RC	0x0	1 = PHY 遵循 MDI 极性 0 = PHY 没有恢复 MDI 极性
0	Jabber Happened INT	RO RC	0x0	1 = 10BASE-Tx TX 干扰发生 0 = 10BASE-Tx TX 干扰未发生 请参阅UTP MII 寄存器 0x1 bit[1] Jabber_Detect。

### 6.2.19. 速度自动降级控制寄存器 (0x14) : 默认值 0x082C

表 52.速度自降控制寄存器 (0x14)

位	符号	访问	默认	说明
15:12	保留	RO	0x0	保留
11:6	保留	RW	0x20	保留
5	降速	RW POS	0x1	当该位设置为 1 时, PHY 将启用智能速度功能。写入该位需要软件复位才能更新。在 UTP_TO_FIBER 模式下, 该位将设为 1'b0; 否则设为 1'b1、仅在软件重置后生效
4:2	自动重试限制	RW	0x3	如果这些位设置为 3, 则 PHY

	降级前			尝试五次（设置值 3 + 附加值 2）后才降级。可通过这些位更改尝试次数。仅在软件重置
1	保留	RW	0x0	保留
0	保留	RO	0x0	保留

### 6.2.20. 接收错误计数寄存器 (0x15)

表 53.接收 器寄存器 (0x15)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	Rx_err_counter	RO SWC	0x0	当 RX_DV 为 1 时，RX_ER 第 1 次上升时，计数器增 1。计数器最大保持 16'hFFFFFF。而不翻滚。

### 6.2.21. 扩展寄存器的地址偏移寄存器 (0x1E)

表 54. 展寄存器的地址偏移寄存器 (0x1E)

位	符号	访问	默认	说明
15:8	保留	RO	0x0	保留
7:0	扩展寄存器地址偏移	RW	0x0	它是扩展将被写入或读取的寄存器

### 6.2.22. 扩展寄存器的数据寄存器 (0x1F)

表 55. 展寄存器的 据寄存器 (0x1F)

位	符号	数 访问	默认	说明
15:0	扩展寄存器数据	RW	0x0	是要写入扩展寄存器的数据，由寄存器 0x1E 中的地址偏移量，或

				从该扩展注册。
--	--	--	--	---------

### 6.3. UTP毫米数据寄存器

#### 6.3.1. PCS 控制 1 寄存器 ( MMD3 , 0x0 )

表 56.PCS 控制 1 寄存器 ( MMD3 , 0x0 )

位	符号	访问	默认	说明
15	Pcs_rst	RW SC	0x0	设置该位将把所有 PCS 寄存器设置为默认状态。该操作还启动 MMD1 和 MMD7 复位。
14:1	保留	RO	0x0	保留
10	时钟可停止	RW SWC	0x0	未使用。
9:0	保留	RO	0x0	保留

#### 6.3.2. PCS 状态 1 寄存器 ( MMD3 , 0x1 )

表 57.PCS 状态 1 寄存器 ( MMD3 , 0x1 )

位	符号	访问	默认	说明
15:1	保留	RO	0x0	保留
11	Tx_lpi_rxed	RO LH	0x0	当读数为 1 时，它表示发送 PCS 收到一次或多次低功率空闲信令。寄存器最后一次被读取。拉奇高电平
10	Rx_lpi_rxed	RO LH	0x0	当读数为 1 时，它表示接收 PCS 已收到一次或多次低功耗空闲信令。最后一次阅读。高电平。
9	Tx_lpi_indic	RO	0x0	读作 1 时，表示

				发送 PCS 目前接收到的低电源空闲信号。
8	Rx_lpi_indic	RO	0x0	读数为 1 时，表示接收 PCS 当前正在接收低电平。 电源空闲信号。
7:3	保留	RO	0x0	保留
2	Pcsrx_Ink_status	RO LL	0x0	PCS 状态，低电平锁存。
1:0	保留	RO	0x0	保留

### 6.3.3. EEE 控制和能力寄存器 (MMD 3, 0x14)

表 58.EEE 控制和能力寄存器 (MMD3, 0x14)

位	符号	访问	默认	说明
15:3	保留	RO	0x0	保留
2	1000BASE-T EEE	RO	0x1	始终 1.EEE 支持 1000BASE-T
1	100BASE-TX EEE	RO	0x1	始终为 1。EEE 支持 100BASE-德克萨斯州
0	保留	RO	0x0	保留

### 6.3.4. EEE 唤醒错误计数器 (MMD3, 0x16)

表 59.EEE 醒 器 (MMD3, 0x16)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	Lpi_wake_err_cnt	RO RC SWC	0x0	计算唤醒时间故障，即 PHY 未能在唤醒所需的时间内完成正常的唤醒序列。 特定 PHY 类型。

### 6.3.5. 本地设备 EEE 能力 (MMD7, 0x3C)

表 60.本地 EEE 能力 (MMD7, 0x3C)

位	符号	访问	默认	说明
15:3	保留	RO	0x0	保留
2	EEE_1000BT	RW	0x0	PHY 的 1000BASE-T EEE 能力。

1	EEE_100BT	RW	0x0	PHY 的 100BASE-TX EEE 能力。
0	保留	RO	0x0	保留

### 6.3.6. 链接伙伴 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3 D )

表 61. 接 伴 EEE 能力 ( MMD7 , 0x3D )

位	符号	访问	默认	说明
15:3	保留	RO	0x0	保留
2	LP_ge_eee_ability	RO	0x0	链接伙伴的 1000BASE-T EEE 能力。
1	LP_ge_eee_ability	RO	0x0	链接合作伙伴的 100BASE-TX EEE 能力。
0	保留	RO	0x0	保留

## 6.4. SDS MII 寄存器

### 6.4.1. 基本控制寄存器 (0x00)

表 62.基本控制寄存器 ( 0x00 )

位	符号	访问	默认	说明
15	重置	RW SC	0x0	SDS 软件复位。向该位写 1 会导致 PHY 立即复位。操作完成后，该位将自动清零。 0: 正常运行 1: SDS 重置
14	环回	RW SWC	0x0	内部环回控制 1'b0: 禁用环回 1'b1 : 启用环回
13	速度选择 ( LSB )	RW	0x0	仅当 SerDes 作为 SGMII MAC 工作 ( 例如芯片模式为 SGMAC_TO_RGPHY ) 时有效。 speed_selection[1:0] 的 LSB。链路速度可通过自动谈判过程或手动速度

				<p>选择 speed_selection[1:0]。当通过清除位 "自动协商 "被禁用时，速度选择[1:0]有效。</p> <p>0.12 为零。位 6 位 13</p> <p>1 1 = 保留 1 0 = 1000Mb/s 0 1 = 100Mb/s 0 0 = 10Mb/s</p>
12	Autoneg_En	RW	0x1	<p>1 : 启用自动协商 ; 0 : 禁用自动协商。</p>
11	断电	RW SWC	0x0	<p>1 = 断电 0 = 正常运行</p>
10	隔离	RW SWC	0x0	<p>将 SerDes 与 RGMII/UTP 隔离。</p>
9	Re_Autoneg	RW SC	0x0	<p>1 = 重新启动 SGMII/1000BASE-X 自动协商 ; 0 = 正常运行。 自己清楚。</p>
8	双工模式	RW	0x1	<p>仅当 SerDes 作为 SGMII MAC 工作 ( 例如芯片模式为 SGMAC_TO_RGPHY ) 时有效。</p> <p>双工模式可通过自动协商过程或手动双工选择来选择。通过将位[12] Autoneg_En 设置为 0 禁用自动协商时，允许手动选择双工模式。</p> <p>1 = 全双工 0 = 半双工</p>
7	保留	RW	0x0	保留
6	速度选择 ( MSB )	RW	0x1	参见第 13 位。
5:0	保留	RW	0x0	保留。写入时为 0，读取时忽略

### 6.4.2. 基本状态寄存器 (0x01)

表 63.基本 寄存器 ( 0x01 )

位	符号	访问	默认	说明
15	100BASE-T4	RO	0x0	物理层不支持 100BASE-T4
14	100BASE-X_Fd	RO	0x0	PHY 支持 100BASE-X_FD
13	100BASE-X_Hd	RO	0x0	PHY 支持 100BASE-X_HD
12	10Mbps_Fd	RO	0x0	PHY 支持 10Mbps_Fd
11	10Mbps_Hd	RO	0x0	PHY 支持 10Mbps_Hd
10	100BASE-T2_Fd	RO	0x0	PHY 不支持 100BASE-T2_Fd
9	100BASE-T2_Hd	RO	0x0	物理层不支持 100BASE-T2_Hd
8	扩展状态	RO	0x0	是否支持 MII 寄存器中的扩展状态寄存器 0xF 0: 不支持 1: 支持
7	单向能力	RO	0x0	1'b0 : 只有当 PHY 确定已建立有效链接时, PHY 才能从 MII 发送信息 1'b1:无论 PHY 是否已确定有效链路, PHY 都能从 MII 传输数据。 既定
6	Mf_Preamble_Suppression	RO	0x1	1'b0 : PHY 将不接受已抑制前导码的管理帧 1'b1 : PHY 将接受管理前导抑制的帧
5	自动完成	RO SWC	0x0	1'b0 : 自动协商过程未完成 1'b1:自动协商过程完成
4	远程故障	RO RC SWC LH	0x0	1'b0 : 未检测到远程故障情况 1'b1 : 检测到远程故障情况
3	自主能力	RO	0x1	1'b0 : PHY 无法执行自动协商 1'b1:PHY 能够执行自动

				协商
2	链接状态	RO LL SWC	0x0	链接状态 1'b0 : 链接中断 1'b1:链接已启动
1	保留	RO	0x0	始终为 0
0	扩展能力	RO	0x1	表示是否支持扩展寄存器，从地址寄存器 MII 0x1E 和数据寄存器 MII 0x1F 访问 1'b0: 不支持 1'b1:支持

#### 6.4.3. Sds 标识寄存器1 (0x02)

表 64.Sds 寄存器1 (0x02)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	Phy_Id	RO	0x0	组织结构图的第 3 至 18 位 唯一标识符

#### 6.4.4. Sds 标识寄存器2 (0x03)

表 65.Sds 寄存器2 (0x03)

位	符号	访问	默认	说明
15:1 0	Phy_Id	RO	0x0	组织唯一标识符的第 19 至 24 位
9:4	类型_编号	RO	0x11	6 位制造商型号
3:0	修订_编号	RO	0xa	4 位制造商修订号

#### 6.4.5. 自动协商广告 (0x04)

表 66.自 商广告 (0x04)

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15	下一页	RW	0x0	未使用。AH8211SGMII 和 1000BASE-X autoneg 不支持下一页
14	阿克	RO	0x0	始终为 0
13:1 2	远程故障	RO	0x0	始终为 0
11:9	保留	RO	0x0	保留
8	非对称暂停	RW	0x1	非对称暂停能力。
7	暂停	RW	0x1	暂停
6	半双工	RW	0x0	半双工能力
5	全双工	RW	0x1	全双工能力
4:0	保留	RO	0x0	保留

#### 6.4.6. 自动协商链路伙伴能力 (0x05)

表 67. 自 商 路 合 作 伴 能 力 (0x05)

位	符号	访问	默认	说明
15	下一页	RO SWC	0x0	下一页接收代码字位 15
14	ACK	RO SWC	0x0	确认。接收代码字位 14
13:1 2	远程故障	RO SWC	0x0	远程故障。接收代码字位 13:12
11:9	保留	RO	0x0	保留。接收代码字位 11:9
8:7	暂停	RO SWC	0x0	暂停。接收代码字位 8:7
6	HALF_DUPLEX	RO SWC	0x0	半双工。接收代码字第 6 位
5	FULL_DUPLEX	RO SWC	0x0	全双工。接收代码字位 5
4:0	保留	RO	0x0	保留。接收代码字位 4:0

#### 6.4.7. 自动协商扩展寄存器 (0x06)

表 68. 自 商 展 开 寄 存 器 (0x06)

位	符号	访问	默认	说明
---	----	----	----	----

15:3	保留	RO	0x0	保留
2	本地 NEXT 页能够	RO	0x0	1 = 本地设备支持下一页 0 = 本地设备不支持下一步页次
1	收到页码	RO RC LH	0x0	1 = 收到一个新页面
0	保留	RO	0x0	保留

#### 6.4.8. 自动协商 NEXT 页寄存器 (0x07)

表 69. 自 商 NEXT 寄存器 (0x07)

位	符号	页 访问	默认	说明
15:0	下一页	RO	0x0	始终为 0

#### 6.4.9. 自动协商链路伙伴接收 NEXT 页寄存器 (0x08)

表 70. 自 商 路合作 伴接收 NEXT 寄存器 (0x08)

位	符号	访问	默认	说明
15:0	链接合作伙伴 下一页	RO	0x0	始终为 0

#### 6.4.10. 扩展状态寄存器 (0x0F)

表 71. 展 寄存器 (0x0F)

位	符号	访问	默认	说明
15	1000BASE-X 全 双工	RO	0x1	1 = PHY 支持 1000BASE-X 全速 双工
14	1000BASE-X 半 双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-X 半数 双联。
13	1000BASE-T 全 双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-T 全速 双工
12	1000BASE-T 半 双工	RO	0x0	1 = PHY 支持 1000BASE-T 半模 双工

11:0	保留	RO	0x0	始终为 0
------	----	----	-----	-------

#### 6.4.11. Sds 专用状态寄存器 ( 0x11 )

表 72.Sds 特定 寄存器 ( 0x11 )

位	符号	访问	默认	说明
15:1 4	速度模式	RO	0x0	<p>当 SerDes 作为 SGMII MAC 工作时，如果启用了自动协商 ( Auto-Negotiation ) 功能，则速度模式 ( speed_mode ) 来源于与 SGMII PHY 的自动协商过程，否则，速度模式 ( speed_mode ) 来源于 SDS MII 0x0 Speed_Selection ；</p> <p>当 SerDes 作为 SGMII PHY 工作时，它等同于 UTP 速度模式 ；</p> <p>当 SerDes 作为 1000BASE-X 工作时，等于 10 ；</p> <p>当 SerDes 作为 100BASE-FX 工作时，它等于 01。</p> <p>有关 SerDes 的工作模式，请参阅 SDS MII 0x11 bit5:4。</p>
13	双工	RO	0x0	<p>当 SerDes 作为 SGMII MAC 工作时，如果启用了自动协商功能，则双工数据来自 SGMII PHY 的自动协商过程，否则来自 SDS MII 0x0 Duplex_Mode ；</p> <p>当 SerDes 作为 SGMII PHY 工作时，它等同于 UTP 双工模式 ；</p> <p>当 SerDes 像 1000BASE-X 一样工作时，这是 1000BASE-X 半/全优先分辨率功能的结果 ；</p> <p>当 SerDes 作为 100BASE-FX 工作时，它等于 1。</p> <p>有关 SerDes 的工作模式，请参阅 SDS MII 0x11 位[5:4]。</p>

12:1	暂停	RO	0x0	暂停至 mac
1				
10	链接状态实时	RO	0x0	1 = 接通 SGMII 0 = SGMII 链路中断
9	Rx_lpi_active	RO	0x0	rx lpi 已激活
8	双工错误	RO	0x0	实时双工错误
7	En_flowctrl_rx	RO	0x0	实时 en_flowctrl_rx
6	En_flowctrl_tx	RO	0x0	实时 en_flowctrl_tx
5:4	Ser_mode_cfg	RO	0x0	实时服务器工作模式，00：SGMII MAC； 01：SGMII PHY； 10: 1000base-x； 11: 100base-fx.
3:1	Xmit	RO	0x0	实时发送状态机，001: Xmit Idle； 010:Xmit Config； 100: Xmit Data（发送数据）。
0	同步状态	RO	0x0	实时 SerDes PCS 同步状态

#### 6.4.12. 接收错误计数器 (0x15)

表 73.接收 器 ( 0x15 )

位	符号	访问	默认	说明
15:0	错误计数器	RO SWC	0x0	当 RX_DV 为 1 时，RX_ER 第 1 次上升时，计数器增 1。计数器最大保持 16'hFFFFFF。而不翻滚。

#### 6.4.13. 链路故障计数器 (0x16)

表 74. 路故障 器 ( 0x16 )

位	符号	访问	默认	说明
15:8	保留	RO	0x0	保留
7:0	链接失败次数	RO RC	0x0	链路故障计数器
		SWC		

## 7. 时序和交直流特性

### 7.1. 直流电特性

表 75.直流特性

符号	参数	最小	类型	最大	单位
DVDD33, AVDD33	3.3V 电源电压	2.97	3.3	3.63	V
2.5V MDIO、MDC、RGMII 输入/输出	2.5V RGMII 电源电压	2.25	2.5	2.75	V
1.8v mdio、mdc、rgmii 输入/输出	1.8V RGMII 电源电压	1.62	1.8	1.98	V
Voh (3.3V)	最低高电平输出 电压	2.4	-	3.6	V
Voh (2.5V)	最低高电平输出电压	2	-	2.8	V
Voh (1.8V)	最低高电平输出 电压	1.62	-	2.1	V
伏特 ( 3.3 伏 )	最大低电平输出电压	-0.3	-	0.4	V
伏特 ( 2.5 伏 )	最大低电平输出 电压	-0.3	-	0.4	V
伏特 ( 1.8 伏 )	最大低电平输出电压	-0.3	-	0.4	V
Vih (3.3V)	最低高电平输入 电压	2	-	-	V
Vil (3.3V)	最大低电平输入电压	-	-	0.8	V
Vih (2.5V)	最低高电平输入 电压	1.7	-	-	V
Vil (2.5V)	最大低电平输入电压	-	-	0.7	V
Vih (1.8V)	最低高电平输入 电压	1.2	-	-	V
Vil (1.8V)	最大低电平输入 电压	-	-	0.5	V

## 7.2. 交流电特性

### 7.2.1. SGMII 差分发射机特性

表 76.SGMII 差分 送器特性

符号	参数	最小	类型	最大	单位	说明
UI	单位间隔	799.94	800	800.06	ps	$800\text{ps} \pm 75\text{ppm}$
T_X1	眼罩	-	-	0.1875	UI	-
T_X2	眼罩	-	-	0.4	UI	-
T_Y1	眼罩	200	-	-	mV	-
T_Y2	眼罩	-	-	450	mV	-
VTX-DIFFp-p	输出差分电压	400	700	900	mV	-
TTX-EYE	最小 TX 眼宽度	0.625	-	-	UI	-
TTX-JITTER	输出抖动	-	-	0.375	UI	$\text{TTX-JITTER-MAX} = 1 - \text{TTX-EYE-MIN} = 0.375\text{UI}$
RTX	差分电阻	80	100	120	ohm	-
CTX	交流耦合电容器	75	100	200	nF	-
LTX	以 PCB 为单位的传输长度	-	-	10	inch	-

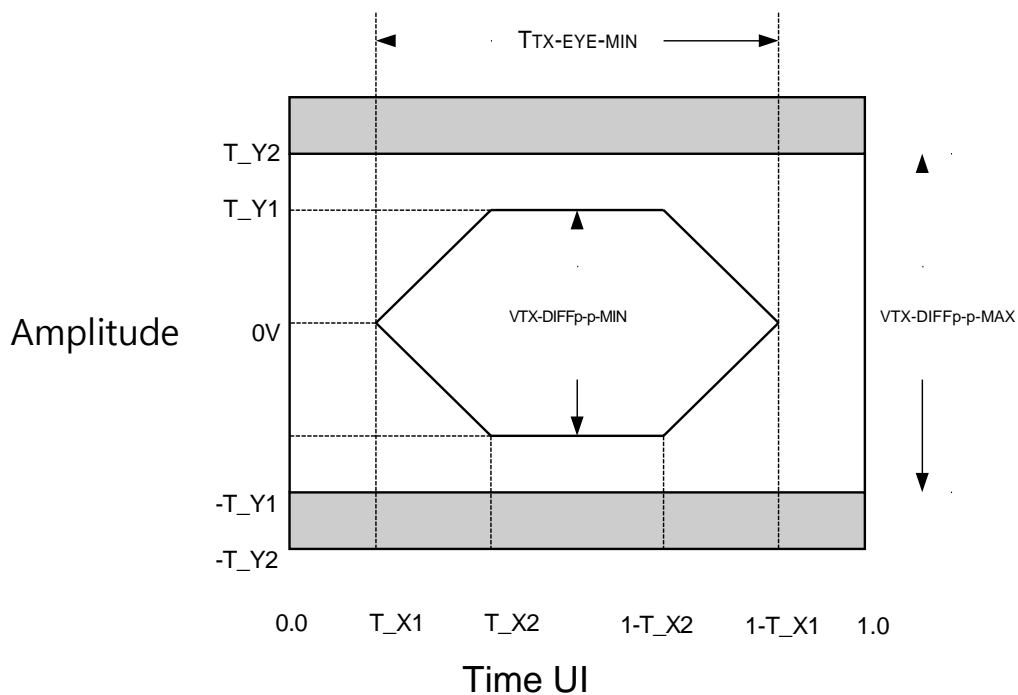


图 13.SGMII 差分发射机眼图

### 7.2.2. SGMII 差分接收器特性

表 77.SGMII 差分接收器特性

符号	参数	最小	类型	最大	单位	说明
UI	单位间隔	799.94	800	800.06	ps	800ps ± 75ppm
R_X1	眼罩	-	-	0.3125	UI	-
R_Y1	眼罩	50	-	-	mV	-
R_Y2	眼罩	-	-	600	mV	-
VRX-DIFFp-p	输入差分电压	100	-	1200	mV	-
TRX-EYE	最小 RX 眼宽度	0.375	-	-	UI	-
TRX-JITTER	输入抖动容差	-	-	0.625	UI	trx-jitter-max = 1 - trx-eye-min = 0.625UI
RRX	差分电阻	80	100	120	ohm	-

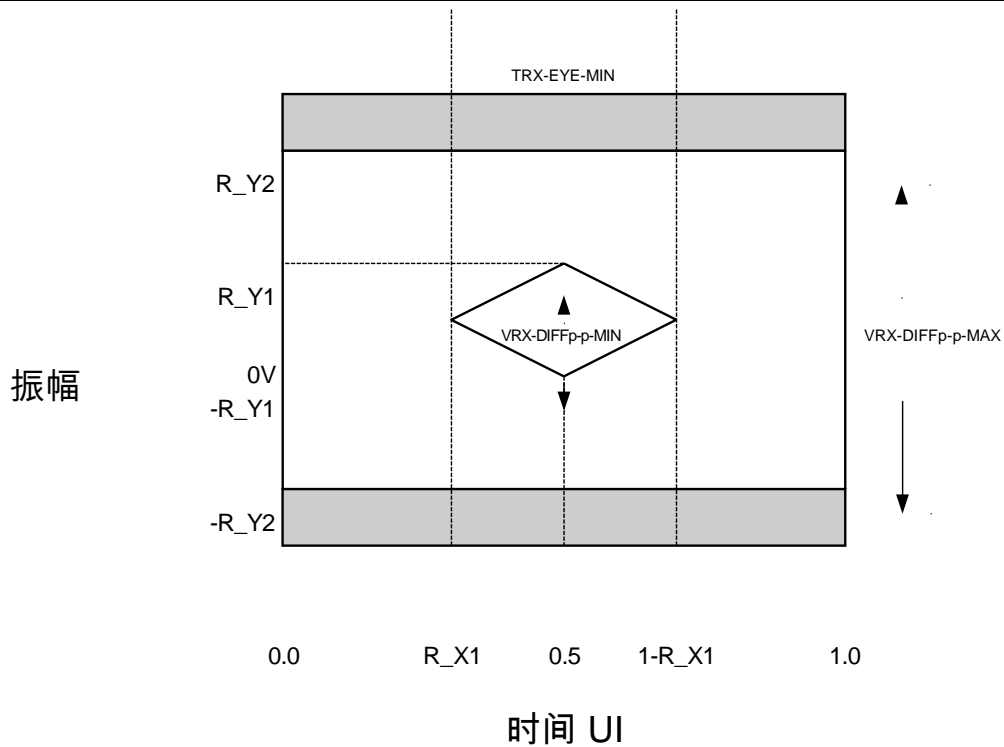


图 14.SGMII 差分接收器眼图

### 7.2.3. SGMII 定时模式

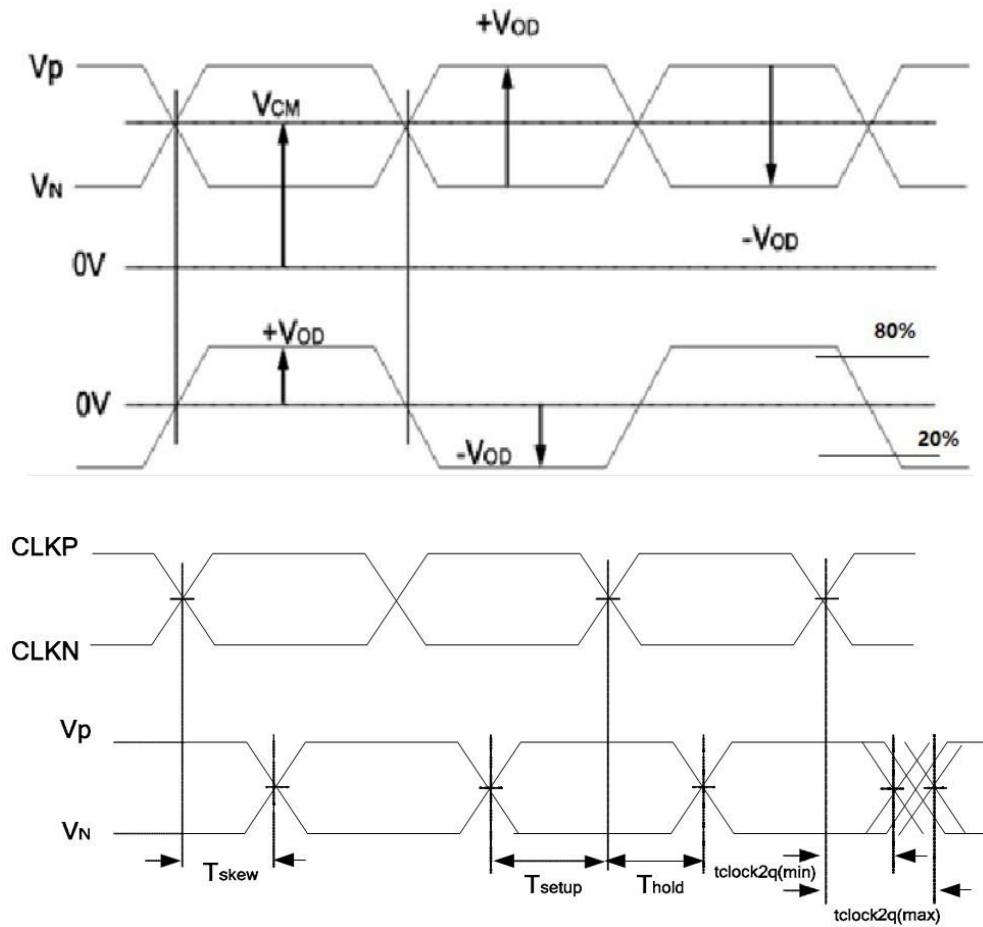


图 15.SGMII 差分接收器眼图

表 78.差分发射机输出交流定时

符号	时钟号	最小	典型	最大	单位	备注
clock	信号占空比 @ 时间	48	-	52	%	-
Tf	vOD 下降时间 (20%~80)	80	-	120	ps	-
Tr	vOD 上升 (20%~80)	80	-	120	ps	-
Tskew	两者之间的偏差	-	-	15	ps	-
tclock2q	时钟与数据的关系 时钟	250	-	550	ps	-
-	有效周期 时钟抖动	-	800	-	ps	-
-	周期到周期	-	-	100	ps	峰值
-	不完善的工作周期	-	-	30	ps	峰值
-	数据相偏斜	-	-	70	ps	峰值
-	封装偏斜	-	-	100	ps	峰值

-	剩余窗口	500	-	-	ps	峰值
---	------	-----	---	---	----	----

表 79.差分发射机输出交流定时

符号	设 时间	最小	典型	最大	单位	备注
Tsetup	置时间 ( 20%~80 )	250	-	550	ps	-
Thold	保持时间 ( 20%~80 )	250	-	550	ps	-
-	静态 窗	500	-	-	ps	峰值
-	封装偏斜	100	-	-	ps	峰值
-	剩余窗口	200	-	-	ps	峰值

#### 7.2.4. RGMII 时序 ( 无延迟

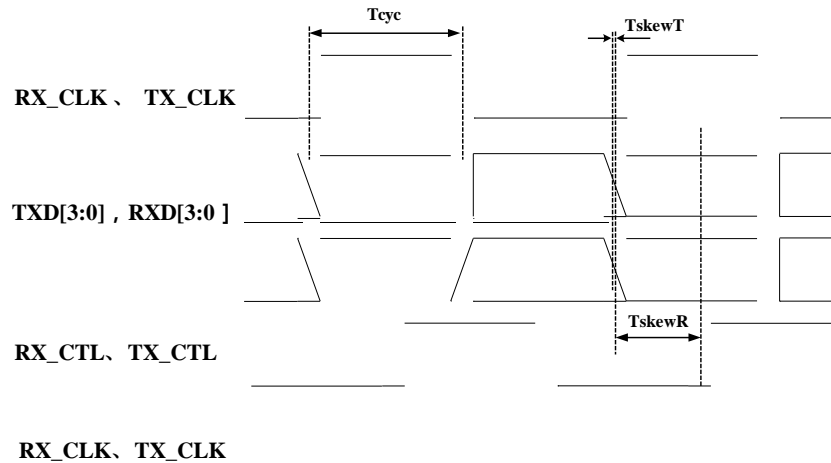


图 16.不含延迟的 RGMII 时序表

符号	参数	最小	类型	最大	单位
TskewT	数据到时钟输出偏移 ( 在发送器处 )	-500	0	500	ps
TskewR	数据到时钟输出偏移 ( 接收器时 )	1	-	-	ns
Tcyc	时钟周期持续时间	7.2	8.0	8.8	ns
Duty_G	千兆占空比	45	50	55	%
Duty_T	10/100T 的占空比	40	50	60	%
Tr/Tf	上升/下降时间 ( 20 - 80 )	-	-	0.75	ns

### 7.2.5. 带内部延迟的 RGMII 时序

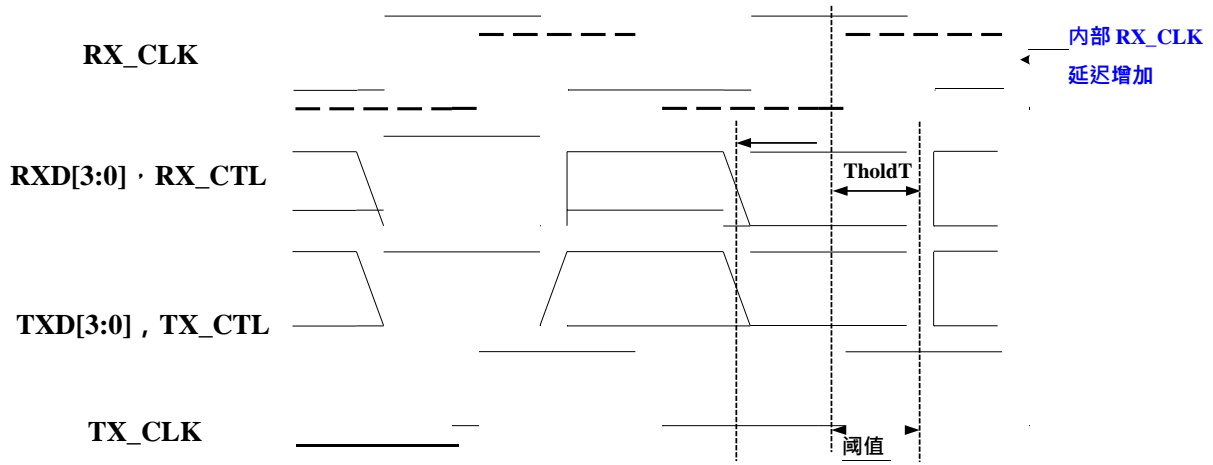


图 17.带内部延迟的 RGMII 时序

表 81.带内部延迟的 RGMII 时序

Symbol	参数	最小	类型	最大	单位
Tsetup T	数据至时钟输出设置 (在发送器 - 时 综合延迟)	1.0	2.0	-	ns
TholdT	时钟至数据输出保持 (在发送器处 - 集成延迟)	1.0	2.0	-	ns
Tsetup R	数据至时钟输入设置 设置 (接收器时 综合延迟)	1.0	2.0	-	ns
阈值	数据到时钟输出设置设置 (在接收器 - 时 综合延迟)	1.0	2.0	-	ns

### 7.2.6. 1000BASE-X 差分发射机特性

表 101.1000Base-X 差分发射机特性

符号	参数	最小	类型	最大	单位	说明
UI	单位间隔	799.94	800	800.06	ps	800ps ± 75ppm
T_X1	眼罩	-	-	0.1875	UI	-
T_X2	眼罩	-	-	0.4	UI	-
T_Y1	眼罩	200	-	-	mV	-
T_Y2	眼罩	-	-	450	mV	-
V <sub>TX-DIFFp-p</sub>	输出差分电压	400	700	900	mV	-
TTX-EYE	最小 TX 眼宽度	0.625	-	-	UI	-
TTX-JITTER	输出抖动	-	-	0.375	UI	TTX-JITTER-MAX = 1 - TTX-EYE-MIN = 0.375UI
RTX	差分电阻	80	100	120	ohm	-
CTX	交流耦合电容器	75	100	200	nF	-
LTX	以 PCB 为单位的传输长度	-	-	10	inch	-

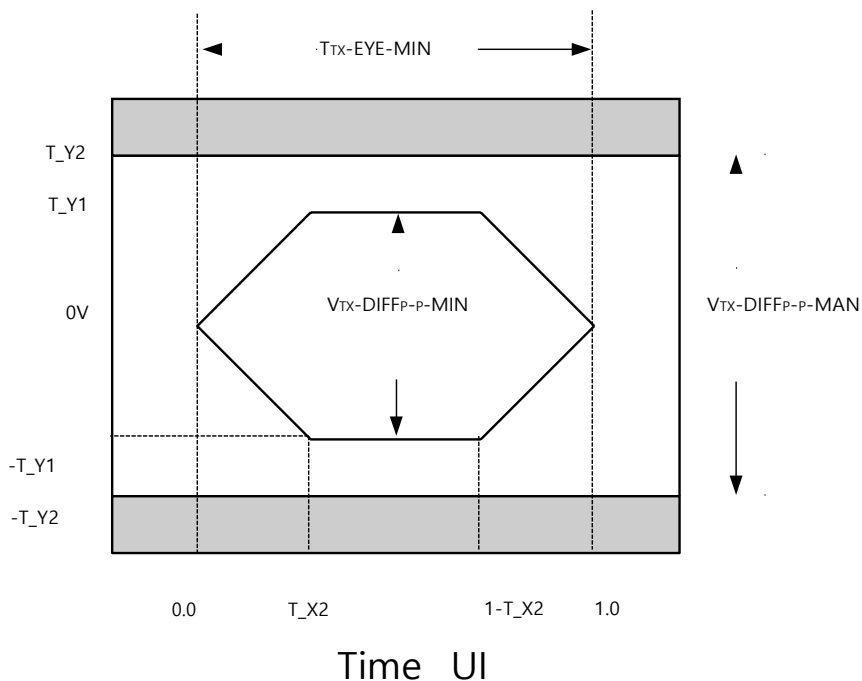


图 18.1000BASE-X 差分发射机眼图

### 7.2.7. 1000BASE-X 差分接收器特性

表 82.SGMII 差分接收器特性

符号	参数	最小	类型	最大	单位	说明
用户界面	单位间隔	799.94	800	800.06	ps	800ps ± 75ppm
R_X1	眼罩	-	-	0.3125	用户界面	-
R_Y1	眼罩	50	-	-	mV	-
R_Y2	眼罩	-	-	600	mV	-
VRX-DIFFp-p	输入差分电压	100	-	1200	mV	-
TRX-EYE	最小 RX 眼宽度	0.375	-	-	用户界面	-
TRX-JITTER	输入抖动容差	-	-	0.625	用户界面	trx-jitter-max = 1 - trx-eye-min = 0.625UI
RRX	差分电阻	80	100	120	欧姆	-

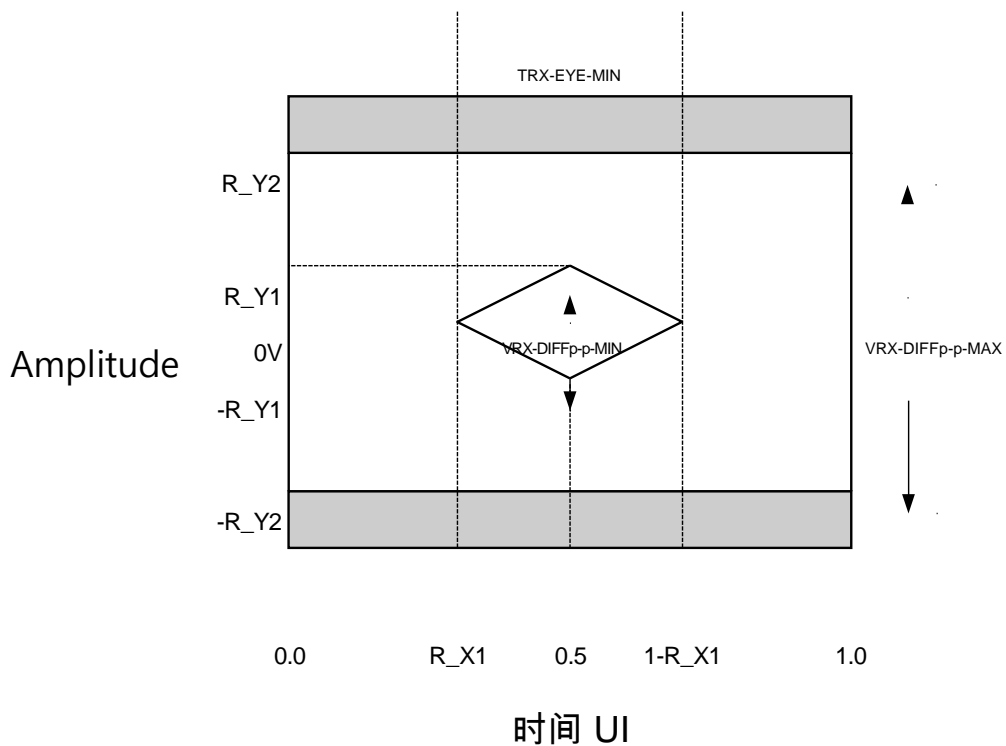


图 19.SGMII 差分接收器眼图

### 7.2.8. SMI 时序

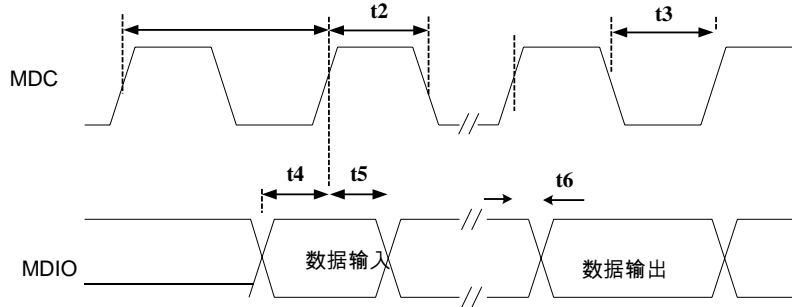


图 20.SMI ( MDC/MDIO ) 时序

表 83.SMI ( MDC/MDIO ) 接口特性

符号	说明	最小	类型	最大	单位
t1	MDC 时钟周期 <sup>1</sup>	80	-	-	ns
t2	MDC 高电平时间	32	-	-	ns
t3	MDC 低电平时间	32	-	-	ns
t4	MDIO 至 MDC 上升设置时间 ( 数据输入 )	10	-	-	ns
t5	MDIO 至 MDC 上升保持时间 ( 数据输入 )	10	-	-	ns
t6	从 MDC 上升沿开始的 MDIO 有效 ( 数据输出 )	0	-	20	ns

注 1: MDC 时钟高达 12.5MHz

### 7.3. 晶体要求

表 84.晶体要求

符号	说明	最小	类型	最大	单位
Fref	并联谐振晶体参考频率	-	25	-	MHz
Fref Tolerance	并联谐振晶体参考频率宽容	-50	-	50	ppm
Fref Duty Cycle	参考时钟输入占空比	40	-	60	%
ESR	等效串联电阻	-	-	50	欧姆
DL	驱动器级别	-	-	0.5	毫瓦

Vih	晶体输出高电平	1.4	-	-	V
Vil	晶体输出低电平	-	-	0.4	V

## 7.4. 振荡器/外部时钟要求

表 85.振荡器/外部时钟要求

参数	最小	类型	最大	单位
Frequency	-	25	-	兆赫
Frequency tolerance	-50	-	50	PPM
Duty Cycle	40	-	60	%
Peak to Peak Jitter	-	-	200	ps
Vih	1.4	-	AVDD33+0.3	V
Vil	-	-	0.4	V
Rise Time ( 10%~90 )	-	-	10	ns
Fall Time ( 10%~90 )	-	-	10	ns

## 8. 电源要求

### 8.1. 绝对最大额定值

表 86.绝对最大额定值

符号	说明	迷你型	最大	单位
VDD33/AVDD33	电源电压 3.3V	-0.3	3.7	V
AVDD12/DVDD12	电源电压 1.2V	-0.2	1.4	V
2.5V RGMII	电源电压 2.5V	-0.3	2.8	V
1.8V RGMII	电源电压 1.8V	-0.3	2.3	V
3.3V DC input	输入电压	-0.3	3.6	V
1.2V DC input	输入电压	-0.3	1.4	V

### 8.2. 建议的运行条件

表 87.建议的运行条件

说明	别针	最小	类型	最大	单位
电源电压	DVDD33, AVDD33	2.97	3.3	3.63	V
	AVDD12、DVDD12	1.08	1.2	1.32	V
	2.5V RGMII	2.25	2.5	2.75	V
	1.8V RGMII	1.62	1.8	1.98	V
JC8211环境工作温度 Ta		-40	-	85	°C
JC8211 环境工作温度 Ta		-40	-	85	°C
最高结温				125	°C

### 8.3. 电源时序

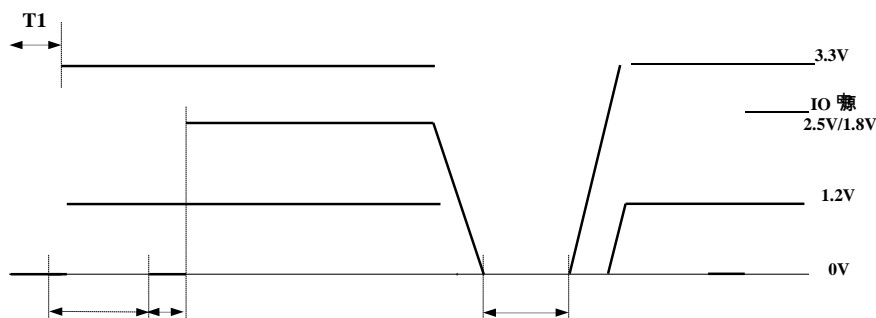


图 21.电源序列图

表 88.电源序列定时参数

符号	说明	最小	类型	最大	单位
T1	3.3V 上升时间	0.5	-	-	毫秒
T2	3.3V 和 1.2V 断电持续时间	100	-	-	毫秒
T3	核心功率 1.2V 准备时间	72	-	-	毫秒
T4	内部LDO就绪时间	1.5	-	-	毫秒

整个系统的 UTP 应用功耗 ( 包括内部调节器损耗 ) 如表 89 所示。

## 8.4 功率

表 89.功率

条件 ( UTP 端口状态)	光纤-UTP	rgmii(utp->rgmii)	单位
链接向下	118	49.5	mW
<b>LINK10M</b>	NT ( 非 Suport@1.25Gbps 纤维 )	97	mW
<b>LINK 100M</b>	NT ( 不支持 1.25Gbps 光纤 )	217	mW
<b>LINK 1000M</b>	409.5	731	mW
<b>数据传输 10M</b>	NT ( 不支持 1.25Gbps 光纤 )	127	mW
<b>数据传输 100M</b>	NT ( 不支持 1.25Gbps 光纤 )	215	mW
<b>数据传输 1000M</b>	732.6	783	mW

## 9. 机械和热能

### 9.1. 符合 RoHS 标准的包装

AH8211 提供符合 RoHS 规范的套件

表 90. 部件编号

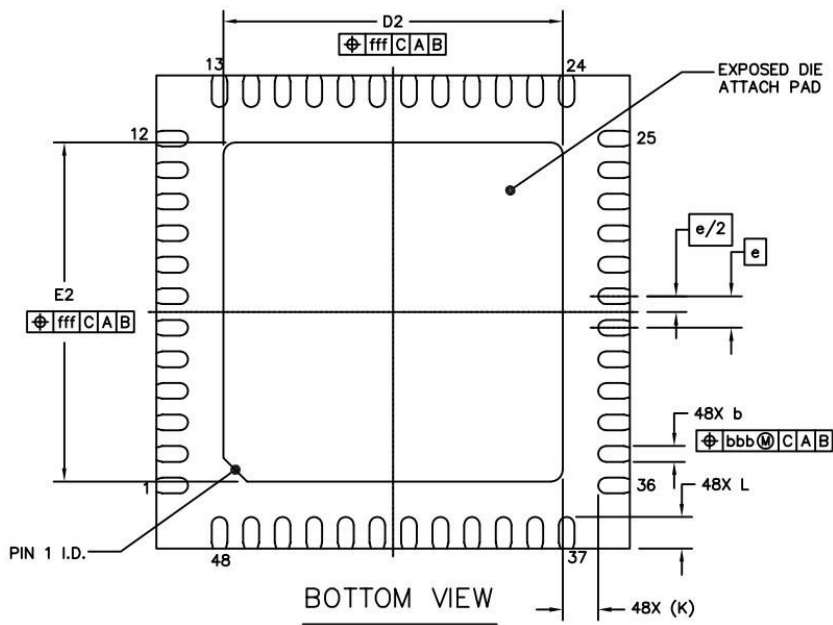
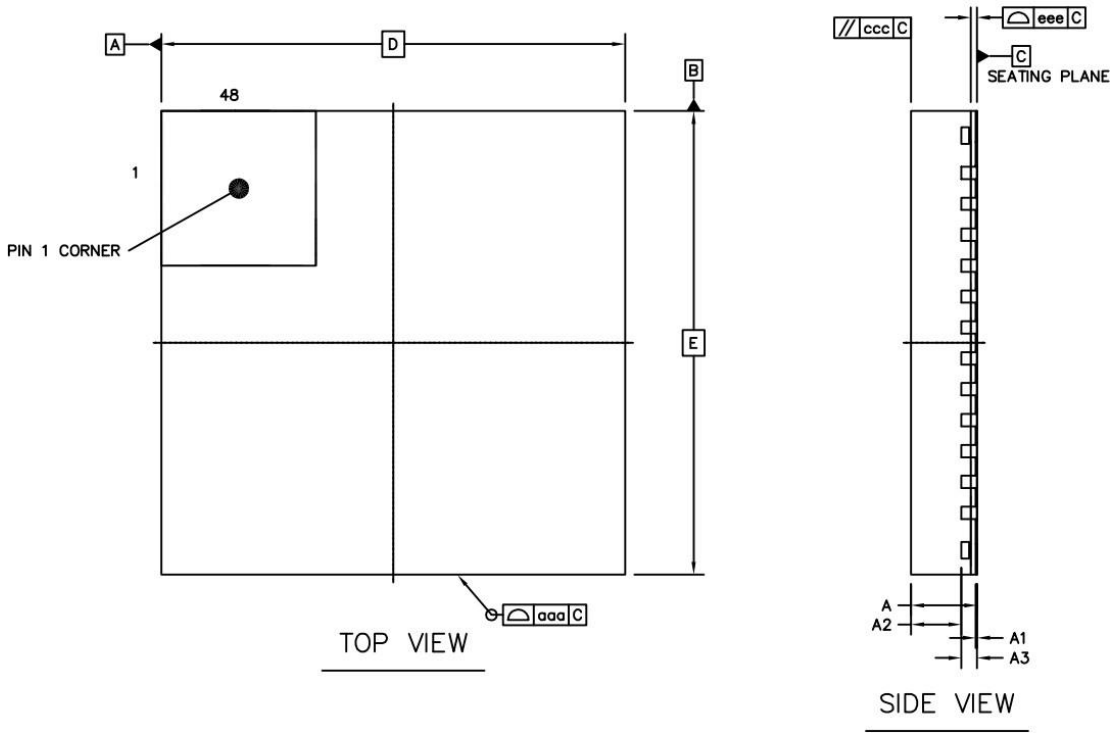
部件编号	现状	包装	操作温度(°C)	备注
AH8211	活跃	QFN48 6x6mm	-55至125	

### 9.2. 热敏电阻

表 91. 热敏电阻

Symbol	参数	条件	类型	单位
$\theta_{JA}$	热阻 - 结点至环境 $\theta_{JA} = (T_J - T_A) / P$ $P =$ 总功率耗散	JEDEC 3 英寸 x 4.5 英寸 4 层印刷电路板 无气流 $T_A = 25^\circ\text{C}$	27.2	$^\circ\text{C}/\text{W}$
		JEDEC 3 英寸 x 4.5 英寸 4 层印刷电路板 无气流 $T_A = 100^\circ\text{C}$	24.3	$^\circ\text{C}/\text{W}$
$\theta_{JC}$	热阻 - 结点至外壳 $\theta_{JC} = (T_J - T_C) / P_{top}$ $P_{top} =$ 封装顶部的功率耗散	无气流的 JEDEC	17.5	$^\circ\text{C}/\text{W}$
$\theta_{JB}$	热阻 - 连接点至电路板 $\theta_{JB} = (T_J - T_B) / P_{bottom}$ $P_{bottom} =$ 从封装底部到 PCB 表面的功率耗散。	无气流的 JEDEC	7.1	$^\circ\text{C}/\text{W}$

# 10. 机械信息



		SYMBOL	MIN	NOM	MAX
TOTAL THICKNESS		A	0.8	0.85	0.9
STAND OFF		A1	0	0.02	0.05
MOLD THICKNESS		A2	---	0.65	---
L/F THICKNESS		A3	0.203 REF		
LEAD WIDTH		b	0.15	0.2	0.25
BODY SIZE	X	D	6 BSC		
	Y	E	6 BSC		
LEAD PITCH		e	0.4 BSC		
EP SIZE	X	D2	4.2	4.3	4.4
	Y	E2	4.2	4.3	4.4
LEAD LENGTH		L	0.3	0.4	0.5
LEAD TIP TO EXPOSED PAD EDGE		K	0.45 REF		
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa	0.1		
MOLD FLATNESS		ccc	0.1		
COPLANARITY		eee	0.08		
LEAD OFFSET		bbb	0.07		
EXPOSED PAD OFFSET		fff	0.1		

## 11. 订货信息

订货信息列表

产品型号	温度范围	产品封装	丝印	备注
AH8211	-55°C-125°C	QFN48	AH8211	
AH8211P	-40°C-85°C	QFN48	AH8211P	