



# REALTEK

## RTL8201BL

## RTL8201BL-LF

### 单芯片单端口 10/100M 快速以太网物理层收发器 数据手册

Rev. 1.3 26 July 2005 Track ID: JATR-1076-21



## REALTEK

Realtek Semiconductor Corp.

No. 2, Industry E. Rd. IX, Science-Based Industrial Park, Hsinchu 300, Taiwan

Tel: +886-3-5780211 Fax: +886-3-5776047

[www.realtek.com.tw](http://www.realtek.com.tw)

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | 简介 .....  | 4  |
| 2     | 系统应用 .....  | 4  |
| 3     | 特性 .....  | 4  |
| 4     | 结构框图 .....  | 5  |
| 5     | 引脚分配 .....  | 6  |
| 6     | 引脚描述 .....  | 7  |
| 6.1   | 100Mbps MII & PCS接口 .....   | 7  |
| 6.2   | SNI: 只用于 10Mbps .....   | 8  |
| 6.3   | 时钟接口 .....  | 8  |
| 6.4   | 100Mbps网络接口 .....   | 8  |
| 6.5   | 设备配置接口 .....  | 9  |
| 6.6   | LED接口/PHY地址配置 .....   | 9  |
| 6.7   | 复位和其它引脚 .....   | 10 |
| 6.8   | 电源和接地引脚 .....   | 10 |
| 7     | 寄存器描述 .....   | 11 |
| 7.1   | 寄存器 0——基本模式控制寄存器 .....  | 11 |
| 7.2   | 寄存器 1——基本模式状态寄存器 .....  | 12 |
| 7.3   | 寄存器 2——PHY标识符寄存器 1 .....  | 12 |
| 7.4   | 寄存器 3——PHY标识符寄存器 2 .....  | 13 |
| 7.5   | 寄存器 4——自动协商通告寄存器 (ANAR, Auto-negotiation Advertisement Register) .....                  | 13 |
| 7.6   | 寄存器 5——自动协商连接方能力寄存器 (ANLPAR, Auto-Negotiation Link Partner Ability Register) .....      | 14 |
| 7.7   | 寄存器 6——自动协商扩展寄存器 (ANER, Auto-negotiation Expansion Register) .....                      | 15 |
| 7.8   | 寄存器 16——Nway设置寄存器 (NSR, Nway Setup Register) .....                                      | 15 |
| 7.9   | 寄存器 17——回送、旁路、接收器错误掩码寄存器 (LBREMR, Loopback, Bypass, Receiver Error Mask Register) ..... | 16 |
| 7.10  | 寄存器 18——RX_ER计数器 (REC, RX_ER Counter) .....   | 16 |
| 7.11  | 寄存器 19——10Mbps网络接口配置寄存器 .....   | 17 |
| 7.12  | 寄存器 20——PHY1_1 寄存器 .....  | 17 |
| 7.13  | 寄存器 21——PHY1_2 寄存器 .....  | 17 |
| 7.14  | 寄存器 22——PHY 2 寄存器 .....   | 17 |
| 7.15  | 寄存器 23——Twister_1 寄存器 .....   | 17 |
| 7.16  | 寄存器 24——Twister_2 寄存器 .....   | 18 |
| 7.17  | 寄存器 25——测试寄存器 .....   | 18 |
| 8     | 功能描述 .....  | 18 |
| 8.1   | MI I和管理接口 .....   | 19 |
| 8.1.1 | 数据传递 .....  | 19 |
| 8.1.2 | 串行管理 .....  | 19 |
| 8.2   | 自动协商和平行检测 .....   | 20 |
| 8.3   | 流控支持 .....  | 21 |
| 8.4   | 硬件配置和自动协商 .....   | 21 |
| 8.5   | LED和PHY地址配置 .....   | 22 |
| 8.6   | 串行网络接口 .....  | 22 |
| 8.7   | 掉电、掉线、省电和隔离模式 .....   | 22 |
| 8.8   | 媒介接口 .....  | 23 |
| 8.8.1 | 100Base-TX .....  | 23 |
| 8.8.2 | 100Base-FX光纤操作方式 .....  | 23 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 8.8.3 | 10Base-Tx/Rx .....                             | 24 |
| 8.9   | 转发器模式 .....                                    | 24 |
| 8.10  | 复位和传输偏压 (RTSET, Reset and Transmit Bias) ..... | 24 |
| 8.11  | 3.3V电源支持和电压转化电路 .....                          | 24 |
| 8.12  | 远端故障指示 .....                                   | 25 |
| 9     | 电气特性 .....                                     | 25 |
| 9.1   | D.C.特性 .....                                   | 25 |
| 9.1.1 | 绝对最大额定值 .....                                  | 25 |
| 9.1.2 | 操作条件 .....                                     | 25 |
| 9.1.3 | 功耗 .....                                       | 26 |
| 9.1.4 | 供电电压: Vcc .....                                | 26 |
| 9.2   | A.C.特性 .....                                   | 27 |
| 9.2.1 | MII发送时序 .....                                  | 27 |
| 9.2.2 | MII接收时序 .....                                  | 28 |
| 9.2.3 | SN I发送时序 .....                                 | 29 |
| 9.2.4 | SN I接收时序 .....                                 | 29 |
| 9.2.5 | MDC/MDIO时序 .....                               | 29 |
| 9.2.6 | 无冲突发送 .....                                    | 30 |
| 9.2.7 | 无冲突接收 .....                                    | 31 |
| 9.3   | 晶振和变压器规格 .....                                 | 31 |
| 9.3.1 | 晶振规格 .....                                     | 31 |
| 9.3.2 | 变压器规格 .....                                    | 31 |
| 10    | 机械尺寸 .....                                     | 32 |
| 11    | 订购信息 .....                                     | 33 |

# 1 简介

RTL8201BL 是一个单端口的物理层收发器，它只有一个 MII/SNI（媒体独立接口/串行网络接口）接口。它实现了全部的 10/100M 以太网物理层功能，包括物理层编码子层（PCS），物理层介质连接设备（PMA），双绞线物理媒介相关子层（TP-PMD），10Base-Tx 编解码和双绞线媒介访问单元（TPMAU）。

PECL 接口支持连接一个外部的 100Base-FX 光纤收发器。这款芯片使用先进的 CMOS 工艺制作以满足低压低功耗的需求。

RTL8201BL 可以在 NIC，MAU，CNR，ACR，以太网 HUB，或以太网交换机中使用。另外，它也可以用于任何有以太网 MAC 并且需要一个物理上的双绞线连接或一个光纤 PECL 接口以连接一个外部的 100base-FX 光纤收发器模块的嵌入式系统。

译注：100base-FX 及后面要涉及到的 1000Base-SX，100Base-TX，10Base-T 等名词，指的是某种网络传输技术。其中 10/100/1000 指的是其代表的该种网络传输技术所支持的最大传输速率，单位为 Mbps（Mbit/s）。Base 表明该网络采用基带传输技术。SX 代表短波长光纤传输，FX 代表光纤传输，T 和 TX 代表双绞线传输。

## 2 系统应用

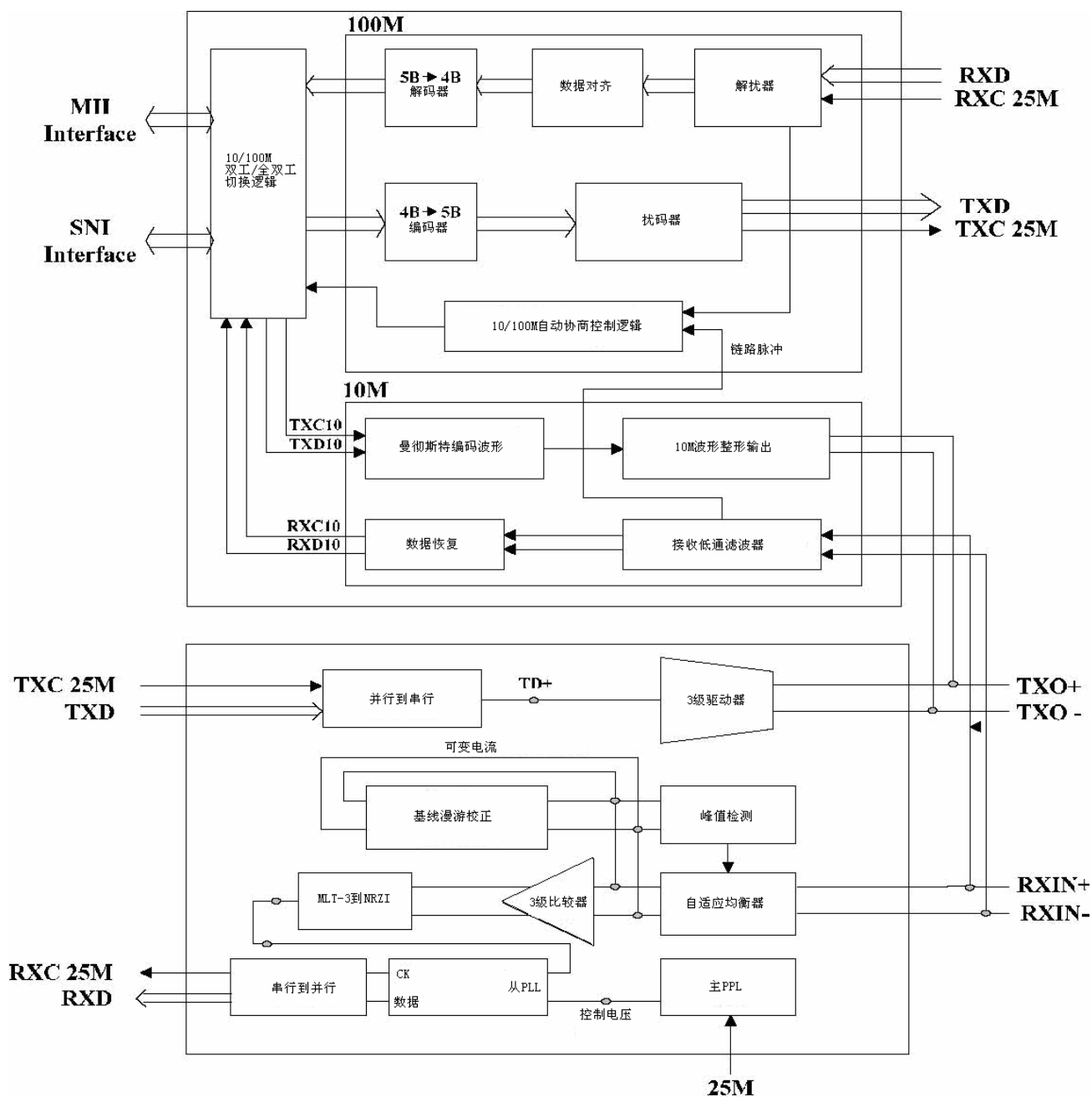
- 2.1 LOC（LAN on Chipset，片上 LAN）
- 2.2 NIC（Network Interface Card，网络接口卡）
- 2.3 MAU（Media Attachment Unit，媒介连接单元）
- 2.4 CNR（Communication and Networking Riser，通讯和网络插卡）
- 2.5 ACR（Advanced Communication Riser，高级通讯插卡）
- 2.6 以太网 HUB，以太网交换机

## 3 特性

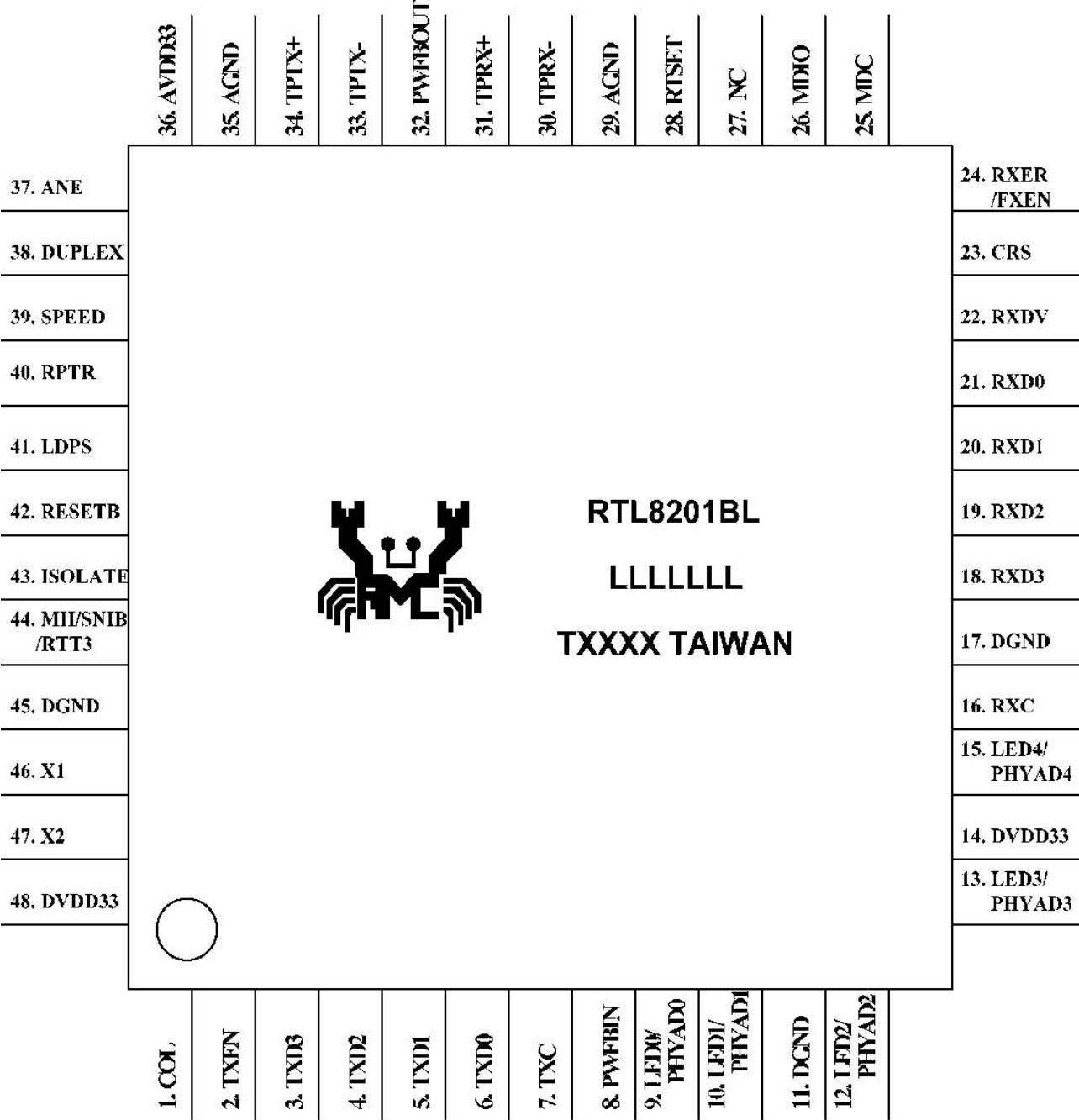
Realtek RTL8201BL 是一个快速以太网物理层收发器，它为 MAC 芯片提供了可选择的 MII 或 SNI 接口。它提供了以下特性：

- 3.1 支持 MII/7 线 SNI 接口
- 3.2 支持 10/100Mbps 操作
- 3.3 支持全双工/半双工操作
- 3.4 双绞线或光纤模式输出支持
- 3.5 符合 IEEE 802.3/802.3u
- 3.6 支持 IEEE 802.3u 第 28 条自动协商
- 3.7 支持掉电模式
- 3.8 支持在掉线省电模式（LDPS）下操作
- 3.9 支持基线漫游校正
- 3.10 支持转发器模式
- 3.11 速度/双工/自动协商可调
- 3.12 3.3V 操作最大可允许 5V I/O 信号
- 3.13 低功耗运行，仅需要单一的 3.3V 支持
- 3.14 自适应均衡
- 3.15 25MHz 晶振作为时钟源
- 3.16 多种网络状态 LED 支持
- 3.17 流控能力支持与 MAC 共同工作（通过 MDC/MDIO）
- 3.18 48 引脚 LQFP 封装

## 4 结构框图



5 引脚分配



## 6 引脚描述

LI: 上电或复位时锁存      I/O: 双向, 即包括输入也包括输出      I: 输入      O: 输出  
P: 电源

### 6.1 100Mbps MII & PCS 接口

| 符号        | 类型   | 引脚编号           | 描述   |
|-----------|------|----------------|--|
| TXC       | O    | 7              | 传输时钟 (Transmit Clock): 这个引脚为 TXD[3:0] 和 TXEN 提供了一个连续的时钟同步参考。   |
| TXEN      | I    | 2              | 传输使能 (Transmit Enable): 这个输入信号指示在 TXD 上存在一个有效的半字节数据。   |
| TXD[3:0]  | I    | 3, 4, 5, 6     | 传输数据 (Transmit Data): 当 TXEN 被声明时, MAC 将用 TXC 同步 TXD[0..3] 源。  |
| RXC       | O    | 16             | 接收时钟 (Receive Clock): 这个引脚为 RXDV 和 RXD[0..3] 信号提供了一个连续的时钟参考, 其在 100Mbps 模式是 25MHz, 在 10Mbps 是 2.5MHz。  |
| COL       | O    | 1              | 冲突检测 (Collision Detected): 如果在传输媒介上检测到一个冲突, 则 COL 为高电平。  |
| CRS       | O    | 23             | 载波监听 (Carrier Sense): 如果传输媒介不是空闲 (IDLE) 状态则该引脚信号被声明为高。   |
| RXDV      | O    | 22             | 接收数据有效 (Receive Data Valid): 当接收数据出现在 RXD[3:0] 线上时, 该引脚信号被声明为高; 在数据包的末尾该信号被解除声明。该信号在 RXC 的上升沿有效。   |
| RXD[3:0]  | O    | 18, 19, 20, 21 | 接收数据 (Receive Data): 这些是四条并行的接收数据线, 其在半字节边界对齐, 由外部物理单元 (PHY) 对用于接收的 RXC 进行同步驱动。  |
| RXER/FXEN | O/LI | 24             | 接收错误 (Receive error): 如果任何 5B 解码错误发生, 比如, 无效的 J/K, T/R, 无效的符号, 该引脚将为高电平。<br>光纤/UTP 使能 (Fiber/UTP Enable): 在上电复位期间, 该引脚状态被锁定以确定是哪种媒介操作模式:<br>1: 光纤模式<br>0: UTP 模式 (UTP, Unshielded Twisted Pair, 无屏蔽双绞线的英文简称, 译注)<br>一个内部的弱下拉电阻将其默认设置为 UTP 模式。外部可以使用一个 5.1K $\Omega$ 的上拉电阻以使能光纤模式。上电后该引脚作为接收错误引脚使用。 |
| MDC       | I    | 25             | 数据管理时钟 (Management Data Clock): 该引脚对 MDIO 提供了一个时钟同步, 它对传输 TXC 和接收 RXC 时钟可以是异步的。时钟频率可达 2.5MHz。  |
| MDIO      | I/O  | 26             | 数据输入/输出管理 (Management Data Input/Output): 该引脚提供了一个双向信号用于传递管理信息。  |

## 6.2 SNI: 只用于 10Mbps

| 符号   | 类型 | 引脚编号 | 描述                                   |
|------|----|------|--------------------------------------|
| COL  | I  | 1    | 冲突检测 (Collision Detect)              |
| RXD0 | 0  | 21   | 串行数据接收 (Received Serial Data)        |
| CRS  | 0  | 23   | 载波监听 (Carrier Sense)                 |
| RXC  | 0  | 16   | 接收时钟 (Receive Clock): 从接收的数据分解       |
| TXD0 | I  | 6    | 传送串行数据 (Transmit Serial Data)        |
| TXC  | 0  | 7    | 传输时钟 (Transmit Clock): 由 PHY 产生      |
| TXEN | I  | 2    | 传输使能 (Transmit Enable): 为 MAC 指示传输操作 |

## 6.3 时钟接口

| 符号 | 类型 | 引脚编号 | 描述   |
|----|----|------|--|
| X2 | 0  | 47   | 25MHz 晶振输出 (25MHz Crystal Output): 该引脚提供 25MHz 晶振输出。当 X1 用一个外部的 25MHz 振荡器驱动时该引脚必须悬空。                 |
| X1 | I  | 46   | 25MHz 晶振输入 (25MHz Crystal Input): 该引脚提供 25MHz 晶振输入。如果使用一个 25MHz 的振荡器, 连接 X1 到振荡器的输出。参见 8.3 节对时钟源的说明。 |

## 6.4 100Mbps 网络接口

| 符号    | 类型 | 引脚编号 | 描述   |
|-------|----|------|--|
| TPTX+ | 0  | 34   | 传输输出 (Transmit Output): 由100Base-TX, 100Base-FX和10Base-T模式共享差动双绞线。当配置为100Base-TX时, 输出MLT-3编码波形。当配置为100Base-FX时, 输出是准ECL (pseudo-ECL) 电平。 |
| TPTX- | 0  | 33   |  |
| RTSET | I  | 28   | 传输偏压电阻器连接 (Transmit Bias Resistor Connection): 该引脚应该通过一个5.9K $\Omega$ (1%) 电阻接地 (GND), 为传输DAC限定驱动电流。电阻值可以改变, 其取决于RTL8201BL的实验结果。         |
| TPRX+ | I  | 31   | 接收输入 (Receive Input): 由100Base-TX, 100Base-FX和10Base-T模式共享差动双绞线。   |
| TPRX- | I  | 30   |  |



## 6.5 设备配置接口

| 符号                      | 类型   | 引脚编号 | 描述  |
|-------------------------|------|------|---|
| ISOLATE                 | I    | 43   | 设置为高, 以使 RTL8201BL 与 MAC 隔离。这将同样隔离 MDC/MDIO 管理接口。这种模式功耗最小。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。                            |
| RPTR                    | I    | 40   | 设置为高以使 RTL8201BL 进入转发模式。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。  |
| SPEED                   | LI   | 39   | 该引脚在上电期间或复位时被锁存。设置为高将使 RTL8201BL 进入 100Mbps 操作。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。                                       |
| DUPLEX                  | LI   | 38   | 该引脚在上电期间或复位时被锁存。设置为高将使能全双工。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。   |
| ANE                     | LI   | 37   | 该引脚在上电期间或复位时被锁存。设置为高将使能自动协商模式, 为低则是强制模式。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。  |
| LDPS                    | I    | 41   | 设置为高将使 RTL8201BL 进入 LDPS (Link Down Power Saving, 掉线省电模式的简称, 译注) 模式。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。参见 7.7 节以获得进一步信息。 |
| MII/SNIB/<br>RTT3(test) | LI/O | 44   | 该引脚在上电期间或复位时被锁存。拉高将设置 RTL8201BL 进入 MII 操作模式。拉低为 SNI 模式。该引脚可以直接连接 VCC 或接地 (GND)。在测试模式, 该引脚为输出引脚并被重新定义为 RTT3。   |

## 6.6 LED 接口/PHY 地址配置

上电重新配置用于 MII 管理寄存器接口的 PHY 地址 [0:4] 期间, 这五个引脚被锁存。然后, 在初始复位之后的正常操作时, 它们作为状态指示 LED 的驱动引脚使用。其驱动极性, 或者为高或者为低, 由上电复位期间每个 PHY 地址 [4:0] 的锁定状态决定。如果锁定状态为高, 则其为低; 如果锁定状态为低, 则其为高。参见 8.5 节以获得进一步的信息。

| 符号              | 类型   | 引脚编号 | 描述   |
|-----------------|------|------|--|
| PHYAD0/<br>LED0 | LI/O | 9    | PHY 地址 [0]<br>连接 LED (Link LED): 连接时有效。                          |
| PHYAD1/<br>LED1 | LI/O | 10   | PHY 地址 [1]<br>全双工 LED: 全双工操作时有效。                                 |
| PHYAD2/<br>LED2 | LI/O | 12   | PHY 地址 [2]<br>Link 10/ACT LED: 处于 10Base-T 连接时有效并在传输或接收数据时闪烁。    |
| PHYAD3/<br>LED3 | LI/O | 13   | PHY 地址 [3]<br>Link 100/ACT LED: 处于 100Base-TX 连接时有效并在传输或接收数据时闪烁。 |
| PHYAD4/<br>LED4 | LI/O | 15   | PHY 地址 [4]<br>冲突 LED: 冲突发生时有效。                                   |

## 6.7 复位和其它引脚

| 符号      | 类型 | 引脚编号 | 描述   |
|---------|----|------|--|
| RESETB  | I  | 42   | RESETB: 拉低将对芯片复位。要进行完全复位, 该引脚必须维持至少 10ms 的低电平状态。   |
| PWFBOUT | O  | 32   | 电源回馈输出 (Power Feedback Output): 一定要连接一个 22 $\mu$ F 的钽电容用于频率校正, 还要连接一个 0.1 $\mu$ F 的电容用于去噪。然后通过一个铁氧体磁珠将该引脚连接到 PWFBIN (引脚 8)。连接方法参见 8.11 节的图示。 |
| PWFBIN  | I  | 8    | 电源回馈输入 (Power Feedback Input): 参见对 PWFBOUT 的描述。  |
| NC      |    | 27   | 不用连接。  |

## 6.8 电源和接地引脚

| 符号     | 类型 | 引脚编号       | 描述   |
|--------|----|------------|--|
| AVDD33 | P  | 36         | 3.3V 模拟电源输入 (3.3V Analog power input): 为模拟电路提供 3.3V 电源; 应该良好的去耦。 |
| AGND   | P  | 29, 35     | 模拟接地 (Analog Ground): 应该连接一个大的接地层。                               |
| DVDD33 | P  | 14, 48     | 3.3V 数字电源输入 (3.3V Digital Power input): 为数字电路提供 3.3V 电源。         |
| DGND   | P  | 11, 17, 45 | 数字接地 (Digital Ground): 应该连接一个大的接地层。                              |

## 7 寄存器描述

这一节将描述 RTL8201BL 中每一个可用寄存器的定义和用法。

### 7.1 寄存器 0——基本模式控制寄存器

| 地址      | 名称      | 描述/用法   | 默认值/属性 |
|---------|---------|---|--------|
| 0:<15>  | 复位      | 该位设置默认状态下的 PHY 状态和控制寄存器。该位可以对自身清位。<br>1 = 软件复位<br>0 = 正常操作  | 0, RW  |
| 0:<14>  | 回送      | 该位使能回送, 把 TXD<3:0>上传输的数据回送到接收线路。<br>1 = 回送使能<br>0 = 正常操作  | 0, RW  |
| 0:<13>  | Spd_Set | 该位设置网络速度。<br>1 = 100Mbps<br>0 = 10Mbps<br>使能 100Base-FX 时, 该位为 1 且只读。   | 1, RW  |
| 0:<12>  | 自动协商使能  | 该位允许/禁止 Nway (是一种无线电通讯协议, 以太网用它来协商两个设备之间的通讯模式, 译注) 自动协商功能。<br>1 = 使能自动协商; 位 0:<13>和 0:<8>将被忽略。<br>0 = 禁止自动协商; 位 0:<13>和 0:<8>将分别决定连接速度和数据传送模式。<br>使能 100Base-FX 时, 该位为 0 且只读。 | 1, RW  |
| 0:<11>  | 掉电      | 该位将关掉对 PHY 芯片的供电包括内部的晶体振荡器电路。MDC、MDIO 仍然能够访问 MAC。<br>1 = 掉电<br>0 = 正常操作   | 0, RW  |
| 0:<10>  | 保留      |   |        |
| 0:<9>   | 重启自动协商  | 该位允许复位 Nway 自动协商功能。<br>1 = 重启自动协商<br>0 = 正常操作   | 0, RW  |
| 0:<8>   | 双工模式    | 如果自动协商被禁止 (bit 0:<12>=0) 该位用于设置双工模式。<br>1 = 全双工<br>0 = 半双工<br>结束自动协商后, 该位将反映出双工状态 (1: 全双工, 0: 半双工)。<br>使能 100Base-FX 时, 该位可以通过 MDC/MDIO SMI 接口或双工引脚进行设置。                      | 1, RW  |
| 0:<7:0> | 保留      |   |        |

## 7.2 寄存器 1——基本模式状态寄存器

| 地址       | 名称            | 描述/用法   | 默认值/属性 |
|----------|---------------|---|--------|
| 1:<15>   | 100Base-T4    | 1 = 使能 100Base-T4 支持<br>0 = 取消 100Base-T4 支持  | 0, R0  |
| 1:<14>   | 100Base_TX_FD | 1 = 使能 100Base-TX 全双工支持<br>0 = 取消 100Base-TX 全双工支持  | 1, R0  |
| 1:<13>   | 100Base_TX_HD | 1 = 使能 100Base-TX 半双工支持<br>0 = 取消 100Base-TX 半双工支持  | 1, R0  |
| 1:<12>   | 10Base_T_FD   | 1 = 使能 10Base-T 全双工支持<br>0 = 取消 10Base-T 全双工支持  | 1, R0  |
| 1:<11>   | 10_Base_T_HD  | 1 = 使能 10Base-T 半双工支持<br>0 = 取消 10Base-T 半双工支持  | 1, R0  |
| 1:<10:7> | 保留            |   |        |
| 1:<6>    | MF 前导码删除      | RTL8201BL 将接受删除掉前导码的管理帧 (MF, management frames)。RTL8201BL 接受没有前导码的管理帧。复位后的第一个 SMI 读/写事务需要最小 32 位的前导位。按照 IEEE802.3u 规范, 任意两个管理事务之间需要一个空闲位。 | 1, R0  |
| 1:<5>    | 自动协商结束        | 1 = 自动协商处理完成<br>0 = 自动协商处理没有完成  | 0, R0  |
| 1:<4>    | 远端故障          | 1 = 检测到远端故障 (读取时清除)<br>0 = 未检测到远端故障<br>当在 100Base-FX 模式时, 该位意味着检测到了一个带内信号远端故障。参见 8.12 节。  | 0, R0  |
| 1:<3>    | 自动协商          | 1 = 连接尚未经历失败情形<br>0 = 连接曾经经历失败情形  | 1, R0  |
| 1:<2>    | 连接状态          | 1 = 建立了有效连接<br>0 = 没有建立有效连接   | 0, R0  |
| 1:<1>    | 超时检测          | 1 = 检测到超时<br>0 = 没有检测到超时  | 0, R0  |
| 1:<0>    | 扩展能力          | 1 = 扩展寄存器能力<br>0 = 仅基本寄存器能力   | 1, R0  |

## 7.3 寄存器 2——PHY 标识符寄存器 1

| 地址       | 名称     | 描述/用法                         | 默认值/属性   |
|----------|--------|-------------------------------|----------|
| 2:<15:0> | PHYID1 | 用于软件识别 RTL8201BL 的 PHY 标识 ID。 | 0000, R0 |

## 7.4 寄存器 3——PHY 标识符寄存器 2

| 地址       | 名称     | 描述/用法                         | 默认值/属性   |
|----------|--------|-------------------------------|----------|
| 3:<15:0> | PHYID2 | 用于软件识别 RTL8201BL 的 PHY 标识 ID。 | 8201, R0 |

## 7.5 寄存器 4——自动协商通告寄存器 (ANAR, Auto-negotiation Advertisement Register)

当它们在自动协商期间将被发送到它的连接方时，该寄存器负责通告相关信息。

| 地址        | 名称                | 描述/用法   | 默认值/属性      |
|-----------|-------------------|---|-------------|
| 4:<15>    | NP                | 下一页指示位 (Next Page bit) <sup>①</sup> 。<br>0 = 发送基本性能数据页<br>1 = 发送协议细节数据页 | 0, R0       |
| 4:<14>    | ACK               | 1 = 应答连接方性能数据字的接收<br>0 = 不应答接收  | 0, R0       |
| 4:<13>    | RF                | 1 = 通知远端故障检测能力<br>0 = 不通知远端故障检测能力                                       | 0, RW       |
| 4:<12:11> | 保留                |   |             |
| 4:<10>    | 暂停 (Pause)        | 1 = 本地节点支持流控<br>0 = 本地节点不支持流控   | 0, RW       |
| 4:<9>     | T4                | 1 = 本地节点支持 100Base-T4<br>0 = 本地节点不支持 100Base-T4                         | 0, R0       |
| 4:<8>     | TXFD              | 1 = 本地节点支持 100Base-TX 全双工<br>0 = 本地节点不支持 100Base-TX 全双工                 | 1, RW       |
| 4:<7>     | TX                | 1 = 本地节点支持 100Base-TX<br>0 = 本地节点不支持 100Base-TX                         | 1, RW       |
| 4:<6>     | 10FD              | 1 = 本地节点支持 10Base-T 全双工<br>0 = 本地节点不支持 10Base-T 全双工                     | 1, RW       |
| 4:<5>     | 10                | 1 = 本地节点支持 10Base-T<br>0 = 本地节点不支持 10Base-T                             | 1, RW       |
| 4:<4:0>   | 选择器<br>(Selector) | 该节点支持二进制编码选择器。当前仅 CSMA/CD (00001) 被指定。其它协议不支持。                          | <00001>, RW |

译注：①Next Page bit：一般来说进行协商的设备会把自己支持的能力编码到一个 16 位的基页里面，然后将其发送给对方，如果设备还要发送其它页面，则 NP (Next Page bit) 位 (16 位的基页内包含 NP 位) 置 1 通知对方还有下一页。这些其它页面用来协商或配置其它功能。

## 7.6 寄存器 5 —— 自动协商连接方能力寄存器 (ANLPAR, Auto-Negotiation Link Partner Ability Register)

在自动协商期间接收时，该寄存器负责通告连接方的相关信息。如果支持下一页，则内容将在协商成功后改变。

| 地址        | 名称                | 描述/用法  | 默认值/属性      |
|-----------|-------------------|--|-------------|
| 5:<15>    | NP                | 下一页指示位 (Next Page bit)。<br>0 = 发送基本性能数据页<br>1 = 发送协议细节数据页                                      | 0, R0       |
| 5:<14>    | ACK               | 1 = 连接方应答对本地节点性能数据字的接收<br>0 = 没有应答   | 0, R0       |
| 5:<13>    | RF                | 1 = 连接方正在指示一个远端故障<br>0 = 连接方没有指示远端故障   | 0, R0       |
| 5:<12:11> | 保留                |  |             |
| 5:<10>    | 暂停                | 1 = 连接方支持流控<br>0 = 连接方不支持流控  | 0, R0       |
| 5:<9>     | T4                | 1 = 连接方支持 100Base-T4<br>0 = 连接方不支持 100Base-T4  | 0, R0       |
| 5:<8>     | TXFD              | 1 = 连接方支持 100Base-TX 全双工<br>0 = 连接方不支持 100Base-TX 全双工  | 0, R0       |
| 5:<7>     | 100BASE-TX        | 1 = 连接方支持 100Base-TX<br>0 = 连接方不支持 100Base-TX<br>由平行检测 <sup>①</sup> 建立了 100Base 连接之后，该位同样会被置位。 | 1, R0       |
| 5:<6>     | 10FD              | 1 = 连接方支持 10Base-T 全双工<br>0 = 连接方不支持 10Base-T 全双工  | 0, R0       |
| 5:<5>     | 10Base-T          | 1 = 连接方支持 10Base-T<br>0 = 连接方不支持 10Base-T<br>由平行检测建立了 10Base 连接之后该位同样会被置位。                     | 0, R0       |
| 5:<4:0>   | 选择器<br>(Selector) | 连接方的二进制编码节点选择器当前仅 CSMA/CD <00001>被指定。  | <00000>, R0 |

译注：①平行检测：自动协商发起后对方并没有工作在自动协商方式，而是强行设定的。因此发起方站点必须自己决定合适的速率和单双工方式来匹配对端，这就是平行检测。参见《以太网的自动协商原理和相关的网络测试》一文。

## 7.7 寄存器 6——自动协商扩展寄存器 (ANER, Auto-negotiation Expansion Register)

该寄存器包含了 Nway 自动协商的附加状态。

| 地址       | 名称         | 描述/用法   | 默认值/属性 |
|----------|------------|---|--------|
| 6:<15:5> | 保留         | 该位一直为 0。  |        |
| 6:<4>    | MLF        | 发生多个连接故障的状态指示。<br>1 = 故障发生<br>0 = 没有故障发生                    | 0, RO  |
| 6:<3>    | LP_NP_ABLE | 连接方支持下一页协商的状态指示。<br>1 = 支持<br>0 = 不支持                       | 0, RO  |
| 6:<2>    | NP_ABLE    | 该位指示本地节点是否能够发送附加的下一页。                                       | 0, RO  |
| 6:<1>    | PAGE_RX    | 当一个新的连接代码字页已经收到时该位被置位。当管理程序读取自动协商连接方能力寄存器 (寄存器 5) 时该位被自动清除。 | 0, RO  |
| 6:<0>    | LP_NW_ABLE | 1 = 连接方支持 NWay 自动协商   | 0, RO  |

## 7.8 寄存器 16——Nway 设置寄存器 (NSR, Nway Setup Register)

| 地址         | 名称      | 描述/用法              | 默认值/属性 |
|------------|---------|--------------------|--------|
| 16:<15:12> | 保留      |                    |        |
| 16:<11>    | ENNWLE  | 1 = LED4 引脚指示连接脉冲  | 0, RW  |
| 16:<10>    | Testfun | 1 = 自动协商内部加速定时器    | 0, RW  |
| 16:<9>     | NWLPBK  | 1 = 设置 Nway 为回送模式  | 0, RW  |
| 16:<8:3>   | 保留      |                    |        |
| 16:<2>     | FLAGABD | 1 = 自动协商进入性能检测状态   | 0, RO  |
| 16:<1>     | FLAGPDF | 1 = 自动协商遭遇平行检测故障情况 | 0, RO  |
| 16:<0>     | FLAGLSC | 1 = 自动协商进入连接状态检查状态 | 0, RO  |

## 7.9 寄存器 17——回送、旁路、接收器错误掩码寄存器 (LBREMR, Loopback, Bypass, Receiver Error Mask Register)

| 地址       | 名称         | 描述/用法   | 默认值/属性   |
|----------|------------|---|----------|
| 17:<15>  | RPTR       | 设置为 1 以使 RTL8201BL 进入转发模式。  | 0, RW    |
| 17:<14>  | BP_4B5B    | 该位声明允许 4B/5B 和 5B/4B 编码器旁路。   | 0, RW    |
| 17:<13>  | BP_SCR     | 该位声明允许扰码器/解扰器旁路。  | 0, RW    |
| 17:<12>  | LDPS       | 置 1, 使能掉线省电模式。  | 0, RW    |
| 17:<11>  | AnalogOFF  | 置 1, 关掉收发器的模拟功能。  | 0, RW    |
| 17:<10>  | 长度检测       | 长度检测 OK 指示。声明为低以指示长度检测 OK。  | 0, RO    |
| 17:<9:8> | LB<1:0>    | LB<1:0>是回送控制注册位, 其定义如下:<br>1) 0 0, 正常模式<br>2) 0 1, PHY 回送<br>3) 1 0, twister 回送 | <00>, RW |
| 17:<7>   | F_Link_100 | 逻辑强制一个好的 100Mbps 连接以用于诊断目的。   | 1, RW    |
| 17:<6:5> | 保留         |   |          |
| 17:<4>   | CODE_err   | 该位声明将会对编码错误检测进行报告。  | 0, RW    |
| 17:<3>   | PME_err    | 该位声明将会对过早结束错误检测进行报告。  | 0, RW    |
| 17:<2>   | LINK_err   | 该位声明将会对连接错误检测进行报告。  | 0, RW    |
| 17:<1>   | PKT_err    | 该位声明将会对由于 722ms 超时检测到的数据包错误进行报告   | 0, RW    |
| 17:<0>   | RWPara     | 参数存取使能, 置 1 可存取寄存器 20~24。   | 0, RW    |

## 7.10 寄存器 18——RX\_ER 计数器 (REC, RX\_ER Counter)

| 地址        | 名称      | 描述/用法                       | 默认值/属性     |
|-----------|---------|-----------------------------|------------|
| 18:<15:0> | RXERCNT | 每收到一个有效的数据包该 16 位的计数器就会加 1。 | 0x0000, RW |



## 7.11 寄存器 19——10Mbps 网络接口配置寄存器

| 地址        | 名称   | 描述/用法  | 默认值/属性 |
|-----------|------|--|--------|
| 19:<15:6> | 保留   |  |        |
| 19:<5>    | LD   | 该位是主动的低速 TPI (Tributary Physical Interface, 支路物理接口的英文简称, 译注) 连接禁止信号。该位为低时, TPI 仍旧会发送连接脉冲并且停留在好的连接状态。 | 1, RW  |
| 19:<4:2>  | 保留   |  |        |
| 19:<1>    | HBEN | 心跳使能   | 1, RW  |
| 19:<0>    | JBEN | 1 = 允许超时功能<br>0 = 禁止超时功能   | 1, RW  |

## 7.12 寄存器 20——PHY1\_1 寄存器

| 地址        | 名称     | 描述/用法                           | 默认值/属性 |
|-----------|--------|---------------------------------|--------|
| 20:<15:0> | PHY1_1 | PHY 1 寄存器 (与 RTL8139C<78>功能一样)。 | R/W    |

## 7.13 寄存器 21——PHY1\_2 寄存器

| 地址        | 名称     | 描述/用法                           | 默认值/属性 |
|-----------|--------|---------------------------------|--------|
| 21:<15:0> | PHY1_2 | PHY 1 寄存器 (与 RTL8139C<78>功能一样)。 | R/W    |

## 7.14 寄存器 22——PHY 2 寄存器

| 地址        | 名称      | 描述/用法                                    | 默认值/属性 |
|-----------|---------|--|--------|
| 22:<15:8> | PHY2_76 | PHY 2 寄存器用于电缆长度测试 (与 RTL8139C<76>功能一样)。  | R0     |
| 22:<7:0>  | PHY2_80 | PHY 2 寄存器用于 PLL 选择 (与 RTL8139C<80>功能一样)。 | R/W    |

## 7.15 寄存器 23——Twister\_1 寄存器

| 地址        | 名称   | 描述/用法                             | 默认值/属性 |
|-----------|------|-----------------------------------|--------|
| 23:<15:0> | TW_1 | Twister 寄存器 (与 RTL8139C<7C>功能一样)。 | R/W    |

## 7.16 寄存器 24——Twister\_2 寄存器

| 地址        | 名称   | 描述/用法                            | 默认值/属性 |
|-----------|------|----------------------------------|--------|
| 24:<15:0> | TW_2 | Twister 寄存器（与 RTL8139C<7C>功能一样）。 | R/W    |

## 7.17 寄存器 25——测试寄存器

| 地址         | 名称         | 描述/用法                                    | 默认值/属性 |
|------------|------------|--|--------|
| 25:<15:14> | 测试         | 为内部测试保留。                                 | R/W    |
| 25:<13>    | 保留         |  |        |
| 25:<12:8>  | PHYAD[4:0] | 反映出由外部的 PHY 地址配置引脚指定的 PHY 地址。            | R0     |
| 25:<7:2>   | 测试         | 为内部测试保留。                                 | R0     |
| 25:<1>     | LINK10     | 1: 10Base 连接建立 OK<br>0: 没有建立 10Base 连接   | R0     |
| 25:<0>     | LINK100    | 1: 100Base 连接建立 OK<br>0: 没有建立 100Base 连接 | R0     |

# 8 功能描述

RTL8201BL 物理层收发器是一个物理层设备，其集成了 10Base-T 和 100Base-TX 功能以及另外的电源管理部件，48 引脚单芯片，可用于 10/100 快速以太网应用。该设备支持以下功能：

- 携带有 MDC/MDIO SMI 管理接口的 MII 接口与 MAC 的通讯功能
- IEEE 802.3u 第 28 条描述的自动协商功能
- 流控能力支撑与 MAC 协作
- 7 线 SNI (Serial Network Interface) 支持，仅在 10Mbps 模式工作
- 掉电模式支持
- 4B/5B 转换
- 扰码/解扰
- NRZ 到 NRZI，NRZI 到 MLT3
- 用于 10-BaseT 操作的曼彻斯特编解码
- 时钟和数据恢复
- 自适应均衡
- 光纤模式的远端故障指示 (FEFI)

## 8.1 MII 和管理接口

### 8.1.1 数据传递

要将 RTL8201BL 设置为 MII 操作模式，就必须拉高 MII/SNIB 引脚并对 ANE、SPEED 和 DUPLEX 引脚进行适当设置。

MI I 是一个介于 PHY 和 MAC 之间的符合 IEEE 802.3u 标准的 18 信号接口。该接口在两种频率下操作：25Mhz 和 2.5Mhz，支持 100Mbps/10Mbps 两种带宽下的收发功能。发送数据时，MAC 首先声明 TXEN 信号，然后将字节数据变为 4 位的半字节并通过 TXD[0..3] 将其传递给 PHY。在内部 TXEN 被声明期间，PHY 用 TXC — PHY 支持的传输时钟信号 — 同步对 TXD[0..3] 的采样。接收信息包时，PHY 将声明 RXEN 信号，传递由 RXC 时钟控制的接收半字节数据 RXD[0..3]，它从接收的数据中恢复 CRS 和 COL 信号用于冲突检测和处理。

在 100Base-TX 模式，当 5B 下的解码信号不是空闲（not IDLE）时，CRS 信号将声明；而当 5B 被认为空闲时，其将被解除声明。在 10Base-T 模式，当 10M 前导同步信号被确定时，CRS 信号将声明；而当空闲（IDLE）模式被确定时，其将被解除声明。

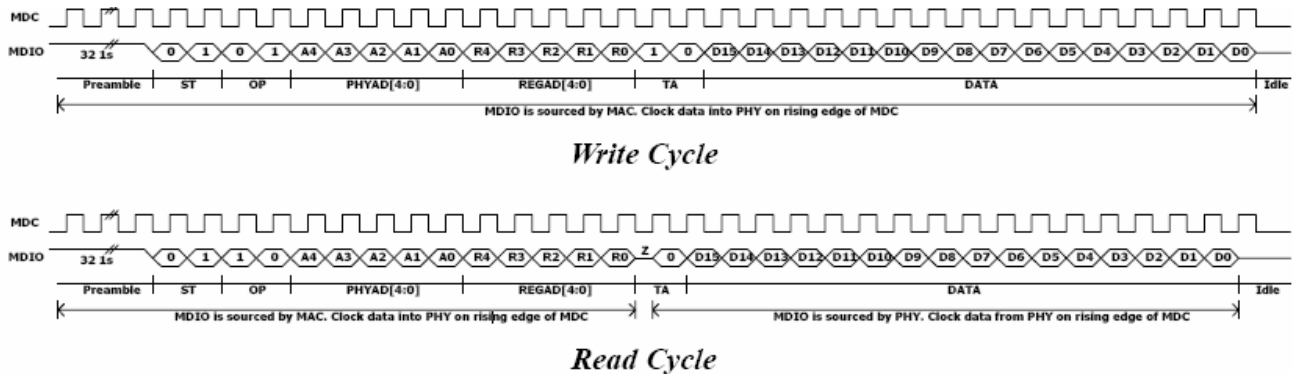
在 100Mbps 模式，当 5B 解码是/J/K/时，RXDV 信号将被声明；如果 5B 是/T/R/或者空闲则其将被解除声明。在 10Mbps 模式，RXDV 与 CRS 信号相同。

如果任何 5B 解码错误发生，比如无效的 J/K，T/R，无效的符号等，RXER（Receive Error，接收错误）信号将被声明。该引脚会被拉高一个或多个时钟周期以指示适配子层（Reconciliation Sublayer，适配层是 MAC 层和物理层之间的通路，译注）在帧的某个位置发现一个错误。

RTL8201BL 不使用 TXER 信号并且不会影响传输功能。

### 8.1.2 串行管理

MAC 设备使用 MDC/MDIO 管理接口可以控制最大 31 个 RTL8201BL 设备，这些设备配置为不同的 PHY 地址（00001b 到 11111b）。硬件复位期间，9、10、12、13、15 引脚的逻辑电平被锁存，其被设置为用于管理接口通讯的 PHY 地址。设置 PHY 地址为 00000b 将会使 RTL8201BL 进入掉电模式。用于管理接口的读写帧结构如下：



|                   |   |
|-------------------|---|
| 前导码<br>(Preamble) | 由 MAC 在 MDIO 上发送 32 个连续的逻辑'1'，同时输出 32 个相应的 MDC 周期。这为 PHY 提供了同步信号。 |
| ST                | 帧头 (Start of Frame)。由 01 指示。                                      |
| OP                | 操作码 (Operation code)。读 = 10 写 = 01                                |
| PHYAD             | PHY 地址。一个 MAC 最多可以连接 31 个 PHYs。这 5 位字段选择帧被指向哪个 PHY。               |

|       |  |
|-------|--|
| REGAD | 寄存器地址。这 5 位字段选择本次操作将针对 PHY 32 个寄存器中的哪个寄存器。   |
| TA    | 转向 (Turnaround)。这是一个介于寄存器地址和帧的数据区之间的两位时间间隔字段，其目的是在读取处理期间避免碰撞。对于读取处理，STA 和 PHY 都会为转向时间的第一位保持一个高阻抗状态。在读取处理转向时间的第二位期间，PHY 将会驱动一个 0 位。 |
| DATA  | 数据。这些是数据的 16 位。  |
| IDLE  | 空闲情形，不是管理帧的实际部分。这是一个高阻抗状态。电气方面，PHY 的上拉电阻将会把 MDIO 线上拉为逻辑 1。   |

## 8.2 自动协商和平行检测

RTL8201BL 支持 IEEE 802.3u 第 28 条描述的自动协商功能，它可以与任何其它支持该功能的收发器进行协商。依靠这种机制，RTL8201BL 能够自动探测连接方的能力并确定最高线速和双工配置，然后在这种配置下收发。如果连接方不支持自动协商功能，那么 RTL8201BL 将允许半双工模式并进入平行检测。RTL8201BL 将默认发送 FLP (Fast Link Pulse, 快速链路脉冲, 译注) 并等待连接方响应。如果 RTL8201BL 收到 FLP，那么自动协商处理将会继续。如果收到 NLP，则 RTL8201BL 将变为 10Mbps、半双工模式。如果收到一个 100Mbps IDLE 信号，它将变为 100Mbps、半双工模式。

**译注 (补充说明):** 10Base-T 传统设备，不支持自动协商，其在连接之前会持续发送 NLP (Normal Link Pulse) 信号。100Base-T 传统设备在连接之前持续发送快速以太网 IDLE (Fast Ethernet IDLE) 信号。10/100Mbps 自动协商设备在连接之前持续发送 FLP 信号。如果自动协商设备检测到 NLP 进来，则其将以 10Mbps、半双工方式进行连接；如果检测到快速以太网 IDLE 信号则以 100Mbps、半双工连接。

拉高 ANE 引脚即可使能 RTL8201BL 的自动协商模式，SPEED 和 DUPLEX 引脚将设置自动协商寄存器的能力内容。拉低 ANE 引脚可以在外部禁止自动协商模式。在这种情况下，SPEED 和 DUPLEX 引脚将改变 RTL8201BL 的介质配置。

下面的列表列出了所有的 ANE/SPEED/DUPLEX 引脚的配置以及在光纤或 UTP 模式下它们的操作。

### 为 MAC 选择媒介类型和接口方式

| FX<br>(引脚 24) | MII/SNIB<br>(引脚 44) | 操作模式          |
|---------------|---------------------|---------------|
| L             | H                   | UTP 模式、MII 接口 |
| L             | L                   | UTP 模式、SNI 接口 |
| H             | X                   | 光纤模式、MII 接口   |

### UTP 模式、MII 接口

| ANE<br>(引脚 37) | SPEED<br>(引脚 39) | DUPLEX<br>(引脚 38) | 操作  |
|----------------|------------------|-------------------|---|
| H              | L                | L                 | 自动协商使能，不支持 100Mbps 和全双工操作模式。                          |
| H              | L                | H                 | 自动协商使能，不支持 100Mbps 线速操作。                              |
| H              | H                | L                 | 自动协商使能，不支持全双工操作。                                      |
| H              | H                | H                 | 默认设置，自动协商使能，RTL8201BL 将支持 10BaseT/100BaseTX，单/双工操作模式。 |
| L              | L                | L                 | 自动协商禁止，强制 RTL8201BL 进入 10BaseT、半双工模式。                 |
| L              | L                | H                 | 自动协商禁止，强制 RTL8201BL 进入 10BaseT、全双工模式。                 |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| L | H | L | 自动协商禁止, 强制 RTL8201BL 进入 100BaseTX、半双工模式。 |
| L | H | H | 自动协商禁止, 强制 RTL8201BL 进入 100BaseTX、全双工模式。 |

UTP 模式、SNI 接口

当使能 SNI 接口时, SNI 接口对 MAC 只在 10Base-T 下工作。

| ANE<br>(引脚 37) | SPEED<br>(引脚 39) | DUPLEX<br>(引脚 38) | 操作  |
|----------------|------------------|-------------------|---|
| X              | X                | L                 | 拉低双工引脚将支持 10Base-T 半双工操作。10Base-T 半双工是 SNI 接口中指定的默认操作方式。      |
| X              | X                | H                 | RTL8201BL 在 SNI 模式也支持全双工操作, 将 DUPLEX 引脚拉高即可支持 10Base-T、全双工操作。 |

光纤模式、MII 接口

使能光纤模式时, RTL8201BL 只支持 100Base-FX, ANE 和 SPEED 引脚配置将被忽略。

| ANE<br>(引脚 37) | SPEED<br>(引脚 39) | DUPLEX<br>(引脚 38) | 操作                                |
|----------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| X              | X                | H                 | 拉高 DUPLEX 引脚将支持 100Base-FX、全双工操作。 |
| X              | X                | L                 | 拉低 DUPLEX 引脚将支持 100Base-FX、半双工操作。 |

8.3 流控支持

RTL8201BL 支持流控指示。MAC 可通过对 MII 寄存器编程, 指示 PHY 其支持流控。当 MAC 支持流控机制, 通过 MDC/MDIO SNI 接口置位 ANAR 寄存器的位 10, RTL8201BL 将会把这项能力添加到它的 N-Way 能力中。如果连接方也支持流控, 则 RTL8201BL 可通过检查 ANLPAR (寄存器 5) 的位 10 来识别连接方的这项能力。

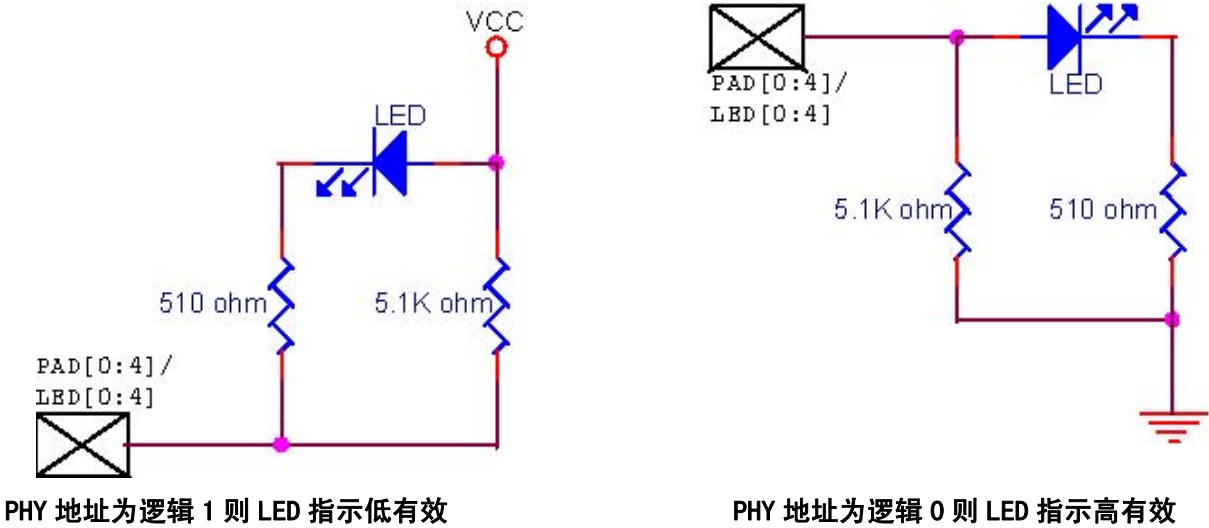
8.4 硬件配置和自动协商

这一节描述配置 RTL8201BL 及设置自动协商模式的方法。下表显示了各个引脚的设置及设置结果。

- **ISOLATE 引脚:** 置高, 将使 RTL8201BL 与 MAC 隔离。这将同样隔离 MDC/MDIO 管理接口。在这种模式, 功耗最小。请查阅 8.7 节的隔离模式和掉电模式部分。
- **RPTR 引脚:** 拉高, 将使 RTL8201BL 进入转发器模式。该引脚默认拉低。请查阅转发器操作模式一节 (8.9)。
- **MI I/SNIB:** 拉高, 将使 RTL8201BL 进入 MII 操作模式, 这是 RTL8201 的默认模式。拉低, 使 RTL8201BL 进入 SNI 操作模式。设置为 SNI 模式时, RTL8210BL 工作在 10Mbps。请查阅串行网络接口一节 (8.6) 以获得更详细的信息。
- **LDPS 引脚:** 拉高使 RTL8201BL 进入 LDPS 模式。该引脚默认拉低。请查阅 8.7 节的掉电模式和掉线省电模式部分。
- **ANE 引脚:** 拉高使能自动协商 (默认)。拉低将禁止自动协商并激活平行检测机制。请查阅自动协商和平行检测一节 (8.2)。
- **SPEED 引脚:** 当 ANE 拉高, 则 SPEED 引脚可调。当 ANE 拉低, 将这个引脚拉低则强制 10Mbps 操作, 拉高则强制 100Mbps 操作。请查阅自动协商和平行检测一节 (8.2)。
- **DUPLEX 引脚:** 当 ANE 拉高, 则 DUPLEX 引脚可调。当 ANE 拉低, 拉低该引脚则强制半双工操作, 拉高则强制全双工操作。请查阅自动协商和平行检测一节 (8.2)。

## 8.5 LED 和 PHY 地址配置

为了减少 RTL8201BL 的引脚数，LED 引脚和 PHY 地址引脚复用。因为 PHYAD 引脚分享 LED 输出引脚，因此这些需要捆绑在一起的外部引脚组合（即 PHYAD0-PHYAD4，译注）与 LED 的使用必须考虑避免冲突。确切的说，当 LED 输出引脚被用于直接驱动 LEDs 时，每个输出驱动线路的有效状态由上电/复位时对 PHYAD 输入采样获得的逻辑电平来决定。比如，像下面左图所示，如果给出的 PHYAD 输入通过电阻拉高，那么相应的输出将被配置为低有效驱动。像右图所示，如果给出的 PHYAD 输入通过电阻拉低，则相应的驱动将被配置为高有效驱动。PHY 地址配置引脚不能直接连接 VCC 或接地，必须通过一个电阻（比如 5.1KΩ）拉高或拉低。如果不需要 LED，则可以删掉 LED 线路部分（LED+510Ω）。



LED 定义

|      |                 |
|------|-----------------|
| LED0 | 连接              |
| LED1 | 全双工             |
| LED2 | 10Base-T 连接活跃   |
| LED3 | 100Base-TX 连接活跃 |
| LED4 | 冲突              |

## 8.6 串行网络接口

RTL8201BL 也支持传统的 7 线串口，使其能够用于遗留下来的 MAC 或嵌入式系统。要配置为这种操作模式，将 MII/SNIB 引脚拉低即可。这样，RTL8201BL 将忽略对 ANE 和 SPEED 引脚的配置并将默认设置为工作在 10Mbps、半双工模式。不过，如果 DUPLEX 引脚已经被拉高，则 RTL8201BL 同样也可以支持全双工操作。

该接口由 10Mbps 传输和 PHY 生成的接收时钟，10Mbps 传输（原文如此，译注）和接收串行数据，传输使能，冲突检测以及载波监听信号组成。

## 8.7 掉电、掉线、省电和隔离模式

RTL8201BL 支持 4 种省电模式，这一节将对这 4 种模式进行论述，包括每种模式的实现。前三种模式通过软件来配置，第四种是硬件。

- **模拟功能关闭 (Analog off):** 将寄存器 17 的位 11 置 1 将使 RTL8201BL 进入模拟功能关闭状态，

它将会关闭所有像发送、接收、PLL 之类的模拟功能。不过，内部的 25MHz 晶振不会被关闭。这个数字功能在这种模式下仍然可用，这将允许重新获取模拟功能。

- **LDPS 模式：**将寄存器 17 的位 12 置 1 或者拉高 LDPS 引脚将使 RTL8201BL 进入 LDPS (Link Down Power Saving, 掉线省电) 模式。在 LDPS 模式，RTL8201BL 检测链路状态以判定是否关闭传输功能。如果链路是关掉的，则 FLP 或 100Mbps IDLE/10Mbps NLP 不会被发送。不过，一些与 NLP 相似的信号会被发送。一旦接收器检测到任何电平信号，它将终止这个信号并再次发送 FLP 或 100Mbps IDLE/10Mbps NLP。这个方法在掉线时节约了大约 60%~80%的功耗。
- **PWD 模式：**将寄存器 0 的位 11 置 1 将使 RTL8201BL 进入掉电模式。这是 RTL8201BL 仍然有效时的最大省电方式。在 PWD 模式，RTL8201BL 将关闭除 MDC/MDIO 管理接口之外的所有模拟/数字功能。因此，如果 RTL8201BL 已经进入 PWD 模式，MAC 要想重新唤起 PHY，就必须自己建立 MDC/MDIO 时序（这由软件来完成）。
- **ISOLATION 模式：**这个模式与前三种软件配置的省电模式不同。这个模式由硬件的第 43 引脚来配置。43 引脚置高将使 RTL8201BL 与 MAC 及 MDC/MDIO 管理接口隔离。在这种模式功耗最小。

## 8.8 媒介接口

### 8.8.1 100Base-TX

- 1) **100Base-TX 传输功能：**100Base-TX 传输功能按照以下流程进行：

首先，调用 4B/5B 编码，把在 25MHz (TXC) 时钟下，按照 4 位半字节 (TXD[3:0]) 进行发送的数据转换为 5B 符号码。然后进行扰码、串行化、转化为 125MHz 以及 NRZ 到 NRZI 的工作。这些处理完成后，NRZI 信号将传递到 MLT3 编码器，然后再到发送线路驱动器。发送器将首先声明 TXEN。在发送这些格式化的数据之前，它将发送一个/J/K/符号 (SFD, 帧起始定界符)，数据符号，以及最后的被称之为帧结束定界符的/T/R/符号。通过设置 PHY 寄存器可以旁路 4B/5B 和扰码处理。基于更好的 EMI (电磁干扰, 译注) 性能考虑，扰码器种子与 PHY 地址关联。因此在 HUB/交换机环境中，每一个 RTL8201BL 将被设置为不同的 PHY 地址，以便它们使用不同的扰码器种子。这将扩展 MLT3 信号的输出。

- 2) **100Base-TX 接收功能：**100Base-TX 接收功能按照以下流程进行：

接收信号首先通过自适应均衡器进行补偿以弥补由于电缆衰减和 ISI (InterSymbol Interference, 码间干扰的简称, 译注) 造成的信号损失。基线漫游校正器将监视这个过程并对信号均衡处理进行动态校正。然后 PLL 从信号中恢复时序信息并形成接收时钟。做完这些，NRZI 数据就可以从接收信号中采样形成。下一步就是 NRZI 到 NRZ 处理，数据解扰，串行化到并行化，5B 到 4B 转换以及 4B 半字节数据到 MII 接口的传递。

### 8.8.2 100Base-FX 光纤操作方式

暂时使用不到该模式，所以对该节的翻译省略，译注。

### 8.8.3 10Base-Tx/Rx

因用不到，不作翻译，译注。

## 8.9 转发器模式

将寄存器 17 的位 15 置 1 或拉高 RPTR 引脚将使 RTL8201BL 进入转发器模式。在转发器模式，只有在接收数据包时，CRS 才会被 RTL8201BL 声明为高。而在 NIC 模式，CRS 在发送和接收数据包时都会被声明为高。如果在转发器中使用 RTL8201BL，请将 RTL8201BL 设置为转发器模式，而在 NIC 或交换应用中使用，请设置为默认模式。NIC/交换 (NIC/Switch) 模式是 RTL8201BI 的默认设置并且 RPTR 引脚被拉低或者寄存器 17 的位 15 被置 0。

## 8.10 复位和传输偏压 (RTSET, Reset and Transmit Bias)

将 RESETB 引脚拉低大约 10ms 后再拉高可以复位 RTL8201BL，而将寄存器 0 的位 15 置 1 然后在置回为 0 同样也可以将其复位。复位将清除寄存器并重新初始化它们，媒介接口将首先断开连接然后重新启动自动协商/平行检测处理。

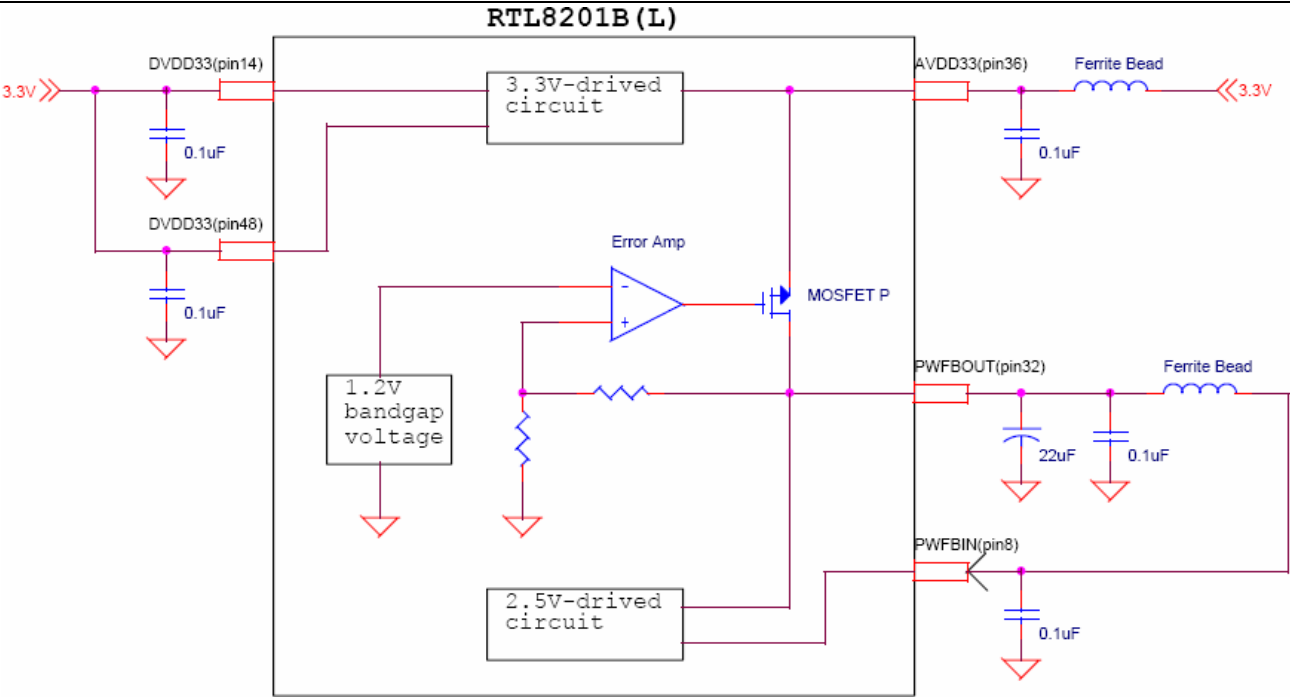
RTSET 引脚必须通过一个精度为 1% 的 5.9K $\Omega$  的电阻拉低以建立正确的传输偏压，这会影响传输波形的信号质量。特别注意要保持它的线路远离时钟和收发线路以避免信号干扰。

## 8.11 3.3V 电源支持和电压转化电路

RTL8201BL 使用 0.25 $\mu$ m 工艺制造，核心电路需要 2.5V 电压供电。不过，数字 IO 和 DAC 电路需要 3.3V 电源支持。RTL8201BL 有一个内嵌的减压器将 3.3V 转换为 2.5V。就像许多商用变压设备，该电路的 2.5V 输出引脚 (PWFBOUT)，需要使用一个 22 $\mu$ F 的钽电容作为该设备的频率校正部分，另外还需要一个小的电容 (0.1 $\mu$ F) 用于高频去噪。PWFBIN 引脚通过一个铁氧体磁珠从 PWFBOUT 引脚引入 2.5V 电源，如下图所示。这里着重强调的是，不能够使用任何其它电源设备为 PWFBOUT 和 PWFBIN 引脚提供外部的 2.5V 电源支持。

模拟和接地层应该尽可能的大且完整。如果接地层足够大，则将模拟和数字接地分开将是更好的构造。不过，如果总的接地层并不十分大，那么将接地层分开的做法就不太合适。在这种情况下，所有的接地引脚可以一起连接到一个单一的大且完整的接地层。





8.12 远端故障指示

因其用于 100Base-FX 模式，故不做翻译，译注。

9 电气特性

9.1 D.C.特性

9.1.1 绝对最大额定值

| 符号   | 条件 | 最小值  | 典型值  | 最大值  |
|------|----|------|------|------|
| 支持电压 |    | 3.0V | 3.3V | 3.6V |
| 储存温度 |    | -55℃ |      | 125℃ |

9.1.2 操作条件

| 符号      | 条件        | 最小值  | 典型值  | 最大值  |
|---------|-----------|------|------|------|
| Vcc3.3V | 3.3V 电压支持 | 3.0V | 3.3V | 3.6V |
| TA      | 工作温度      | 0℃   |      | 70℃  |

### 9.1.3 功耗

测试条件:  $V_{CC} = 3.3V$

| 符号       | 条件          | 总的电流消耗 |
|----------|-------------|--------|
| PLDPS    | 掉线省电模式      | 17mA   |
| PAnaOff  | 模拟关闭模式      | 13mA   |
| PPWD     | 掉电模式        | 3mA    |
| PIsoLate | 隔离模式        | 3mA    |
| P100F    | 100Base 全双工 | 64mA   |
| P10F     | 10Base 全双工  | 82mA   |
| P10TX    | 10Base 传输   | 82mA   |
| P10RX    | 10Base 接收   | 25mA   |
| P10IDLE  | 10Base 空闲   | 24mA   |

### 9.1.4 供电电压: $V_{CC}$

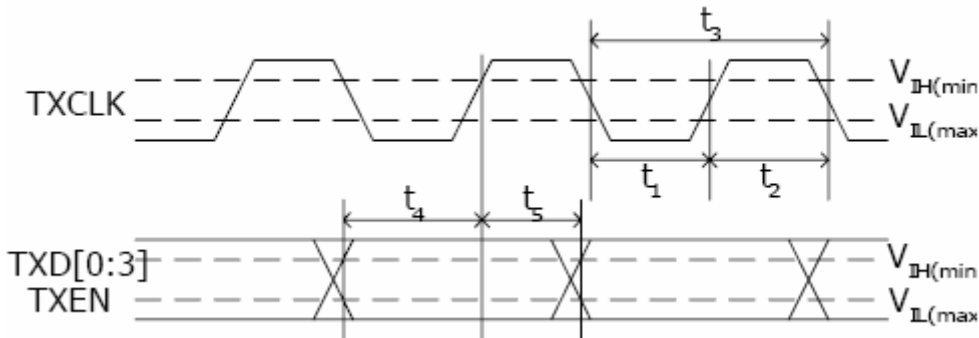
| 符号            | 条件                               |                                 | 最小值                | 典型值 | 最大值                |
|---------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|-----|--------------------|
| TTL $V_{IH}$  | Input High Vol.                  |                                 | $0.5 \cdot V_{CC}$ |     | $V_{CC} + 0.5V$    |
| TTL $V_{IL}$  | Input Low Vol.                   |                                 | $-0.5V$            |     | $0.3 \cdot V_{CC}$ |
| TTL $V_{OH}$  | Output High Vol.                 | $I_{OH} = -8mA$                 | $0.9 \cdot V_{CC}$ |     | $V_{CC}$           |
| TTL $V_{OL}$  | Output Low Vol.                  | $I_{OL} = 8mA$                  |                    |     | $0.1 \cdot V_{CC}$ |
| TTL $I_{OZ}$  | Tri-state Leakage                | $V_{out} = V_{CC}$<br>or<br>GND | $-10\mu A$         |     | $10\mu A$          |
| $I_{IN}$      | Input Current                    | $V_{in} = V_{CC}$<br>or<br>GND  | $-1.0\mu A$        |     | $1.0\mu A$         |
| $I_{CC}$      | Average Operating Supply Current | $I_{out} = 0mA$                 |                    |     | 200mA              |
| PECL $V_{IH}$ | PECL Input High Vol.             |                                 | $V_{DD} - 1.16V$   |     | $V_{DD} - 0.88V$   |
| PECL $V_{IL}$ | PECL Input Low Vol.              |                                 | $V_{DD} - 1.81V$   |     | $V_{DD} - 1.47V$   |
| PECL $V_{OH}$ | PECL Output High Vol.            |                                 | $V_{DD} - 1.02V$   |     |                    |
| PECL $V_{OL}$ | PECL Output Low Vol.             |                                 |                    |     | $V_{DD} - 1.62V$   |

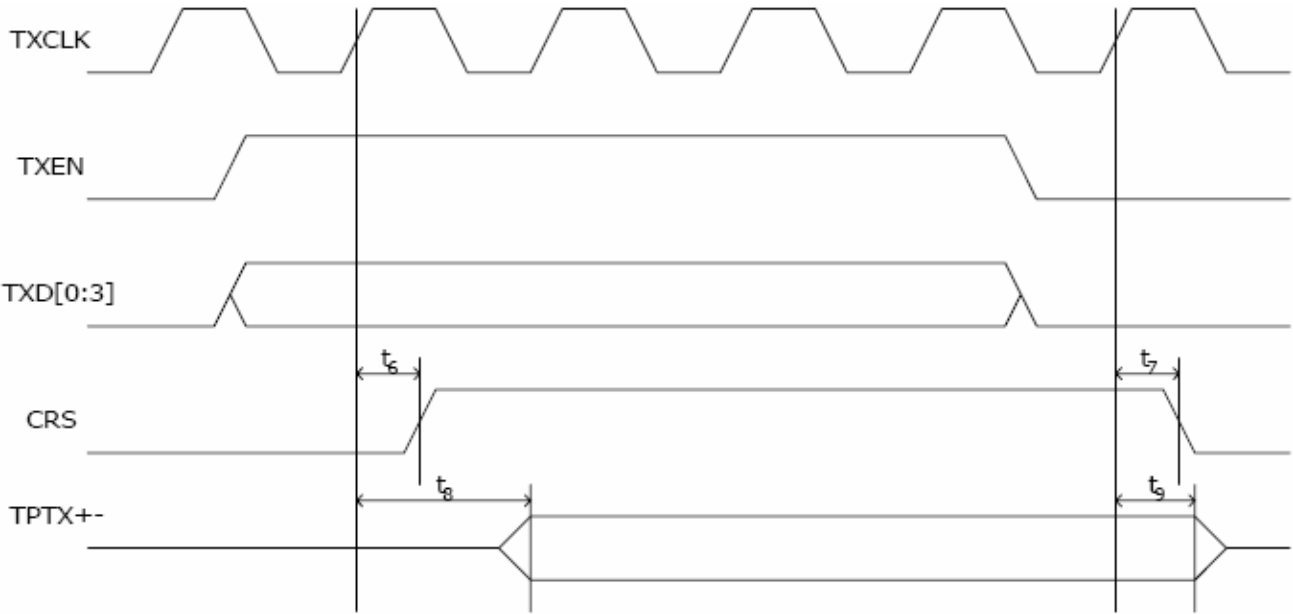
9.2 A.C.特性

9.2.1 MII 发送时序

下面的例子显示了一个信息包在 MII 接口上从 MAC 到 PHY 的传输过程。

| 符号 | 描述                          |         | 最小  | 典型  | 最大   | 单位 |
|----|-----------------------------|---------|-----|-----|------|----|
| t1 | TXCLK高电平脉宽                  | 100Mbps | 14  | 20  | 26   | ns |
|    |                             | 10Mbps  | 140 | 200 | 260  | ns |
| t2 | TXCLK低电平脉宽                  | 100Mbps | 14  | 20  | 26   | ns |
|    |                             | 10Mbps  | 140 | 200 | 260  | ns |
| t3 | TXCLK周期                     | 100Mbps |     | 40  |      | ns |
|    |                             | 10Mbps  |     | 400 |      | ns |
| t4 | TXEN, TXD[0:3]设置为TXCLK上升沿   | 100Mbps | 10  | 24  |      | ns |
|    |                             | 10Mbps  | 5   |     |      | ns |
| t5 | TXEN, TXD[0:3]在TXCLK上升沿之后有效 | 100Mbps |     | 10  | 25   | ns |
|    |                             | 10Mbps  | 5   |     |      | ns |
| t6 | TXEN采样到CRS为高                | 100Mbps |     |     | 40   | ns |
|    |                             | 10Mbps  |     |     | 400  | ns |
| t7 | TXEN采样到CRS为低                | 100Mbps |     |     | 160  | ns |
|    |                             | 10Mbps  |     |     | 2000 | ns |
| t8 | 传输延迟                        | 100Mbps | 60  | 70  | 140  | ns |
|    |                             | 10Mbps  |     |     | 400  | ns |
| t9 | 采样在帧尾无效的TXEN                | 100Mbps |     | 100 | 170  | ns |
|    |                             | 10Mbps  |     |     |      | ns |

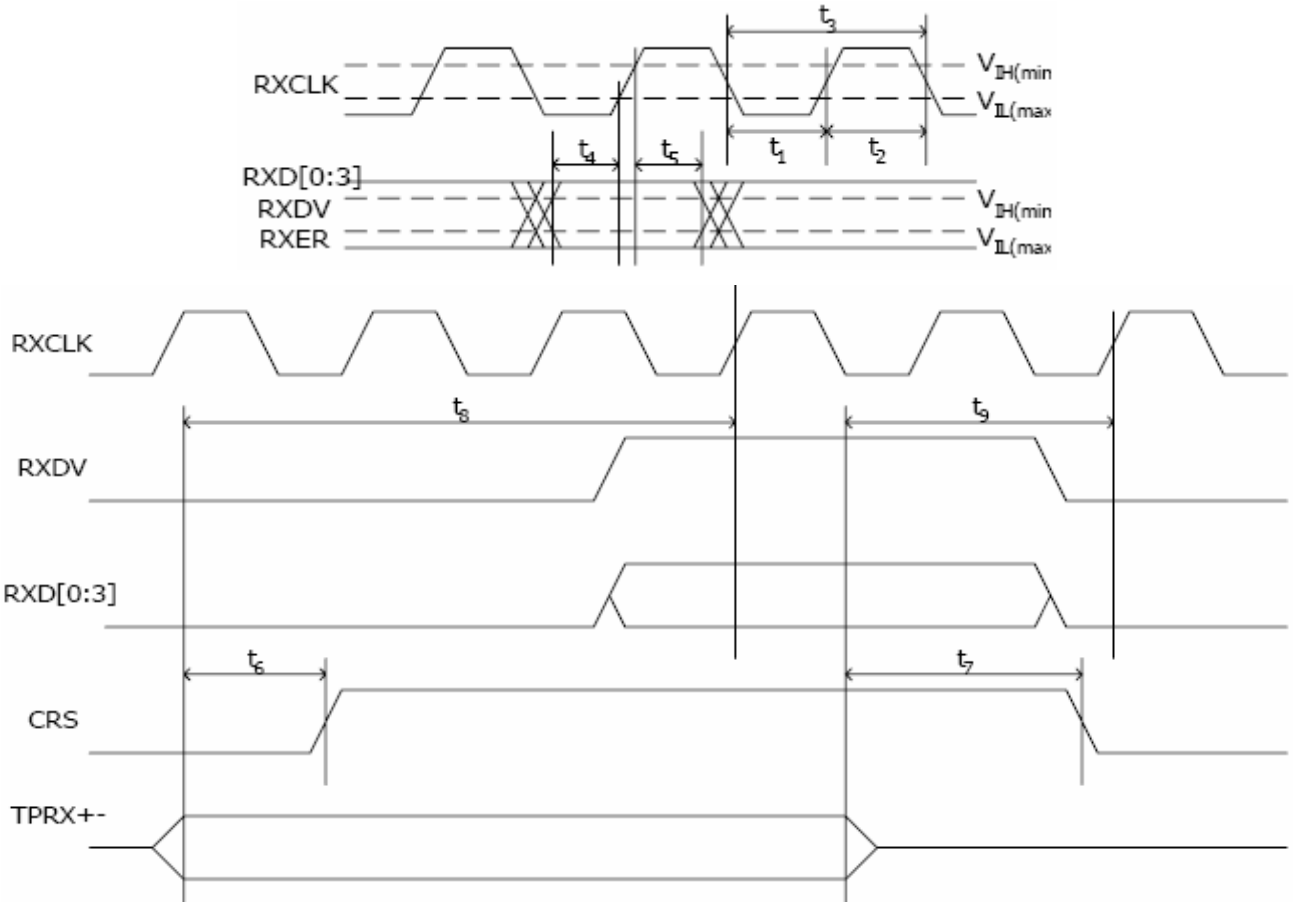




9.2.2 MII 接收时序

下面的例子显示了一个信息包在 MII 接口上从 PHY 到 MAC 的传输过程。

| 符号 | 描述                                   |         | 最小  | 典型  | 最大   | 单位 |
|----|--------------------------------------|---------|-----|-----|------|----|
| t1 | RXCLK高电平脉宽                           | 100Mbps | 14  | 20  | 26   | ns |
|    |                                      | 10Mbps  | 140 | 200 | 260  | ns |
| t2 | RXCLK低电平脉宽                           | 100Mbps | 14  | 20  | 26   | ns |
|    |                                      | 10Mbps  | 140 | 200 | 260  | ns |
| t3 | RXCLK周期                              | 100Mbps |     | 40  |      | ns |
|    |                                      | 10Mbps  |     | 400 |      | ns |
| t4 | RXER, RXDV, , RXD[0:3] 设置为 RXCLK 上升沿 | 100Mbps | 10  |     |      | ns |
|    |                                      | 10Mbps  | 6   |     |      | ns |
| t5 | RXER, RXDV, RXD[0:3] 在RXCLK 上升沿之后有效  | 100Mbps | 10  |     |      | ns |
|    |                                      | 10Mbps  | 6   |     |      | ns |
| t6 | 在CRS高时接收帧                            | 100Mbps |     |     | 130  | ns |
|    |                                      | 10Mbps  |     |     | 600  | ns |
| t7 | 在CRS低时结束接收帧                          | 100Mbps |     |     | 240  | ns |
|    |                                      | 10Mbps  |     |     | 600  | ns |
| t8 | 检测到RXDV边沿时接收帧                        | 100Mbps |     |     | 150  | ns |
|    |                                      | 10Mbps  |     |     | 3200 | ns |
| t9 | 检测到RXDV边沿时结束接收帧                      | 100Mbps |     |     | 120  | ns |
|    |                                      | 10Mbps  |     |     | 800  | ns |



9.2.3 SNI 发送时序

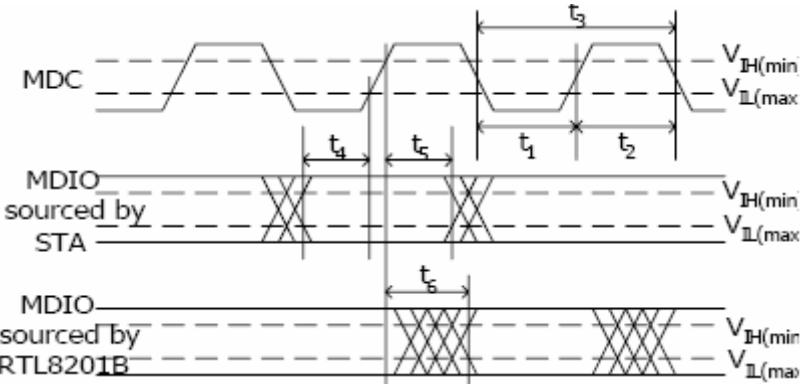
因用不到，省略，译注。

9.2.4 SNI 接收时序

因用不到，省略，译注。

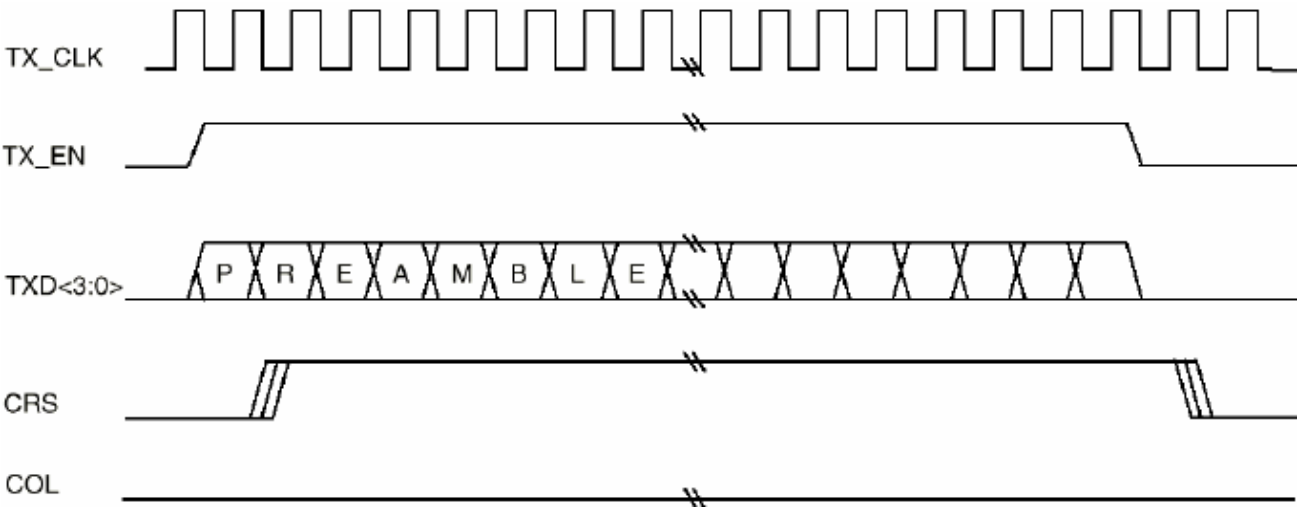
9.2.5 MDC/MDIO 时序

| 符号 | 描述                 | 最小  | 典型 | 最大  | 单位 |
|----|--------------------|-----|----|-----|----|
| t1 | MDC高电平脉宽           | 160 |    |     | ns |
| t2 | MDC低电平脉宽           | 160 |    |     | ns |
| t3 | MDC周期              | 400 |    |     | ns |
| t4 | MDIO设置为MDC上升沿      | 10  |    |     | ns |
| t5 | 从MDC上升沿开始的MDIO有效时间 | 10  |    |     | ns |
| t6 | MDC上升沿MDIO有效       | 0   |    | 300 | ns |



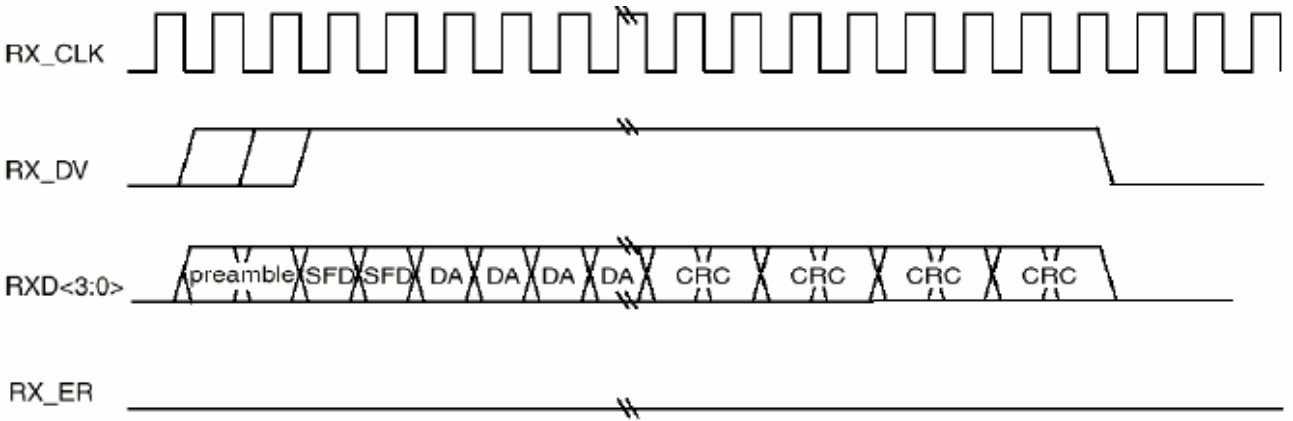
### 9.2.6 无冲突发送

下面的例子显示了一个信息包从 MAC 到 PHY 的传输过程。



9.2.7 无冲突接收

下面的例子显示了一个信息包从 PHY 到 MAC 的传输过程。



9.3 晶振和变压器规格

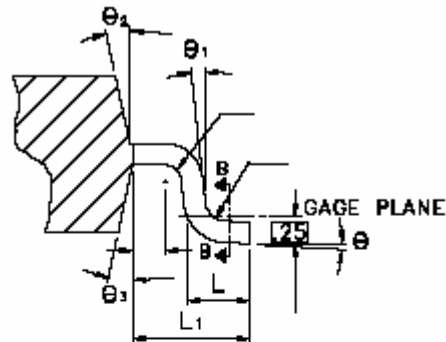
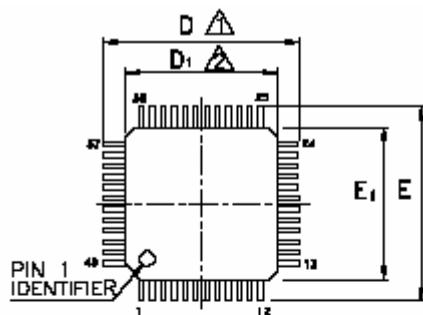
9.3.1 晶振规格

| 项目 | 参数        | 范围                    |
|----|-----------|-----------------------|
| 1  | 额定频率      | 25.000 MHz            |
| 2  | 振荡方式      | 基波 (Base wave)        |
| 3  | 25℃下的频率容差 | ±50 ppm               |
| 4  | 温度特性      | ±50 ppm               |
| 5  | 工作温度范围    | -10℃ ~ +70℃           |
| 6  | 等效串联电阻    | 30 ohm Max.           |
| 7  | 驱动电平      | 0.1 mV                |
| 8  | 负载电容      | 20 pF                 |
| 9  | 分流电容      | 7 pF Max.             |
| 10 | 绝缘阻抗      | Mega ohm Min./DC 100V |
| 11 | 测试阻抗计     | Saunders 250A         |
| 12 | 年老化率      | ±0.0003%              |

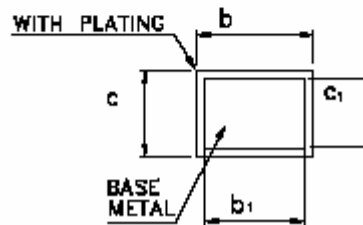
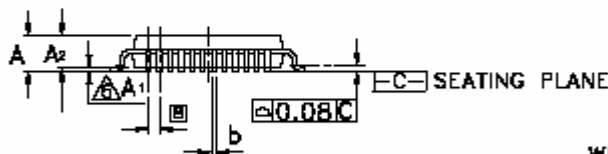
9.3.2 变压器规格

| 参数          | 发送端          | 接收端          |
|-------------|--------------|--------------|
| 变压比         | 1:1 CT       | 1:1          |
| 电感 (min.)   | 350 uH @ 8mA | 350 uH @ 8mA |
| 漏电感         | 0.05-0.15 uH | 0.05-0.15 uH |
| 电容 (max)    | 15 pF        | 15 pF        |
| DC 电阻 (max) | 0.4 ohm      | 0.4 ohm      |

# 10 机械尺寸



SECTION A-A



SECTION B-B

## Notes:

1. To be determined at seating plane -c-
2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion.  
D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
3. Dimension b does not include dambar protrusion.  
Dambar can not be located on the lower radius of the foot.
4. Exact shape of each corner is optional.
5. These dimensions apply to the flat section of the lead between 0.10 mm and 0.25 mm from the lead tip.
6. A1 is defined as the distance from the seating plane to the lowest point of the package body.
7. Controlling dimension: millimeter.
8. Reference document: JEDEC MS-026, BBC

| Symbol     | Dimension in inch |       |       | Dimension in mm |      |      |
|------------|-------------------|-------|-------|-----------------|------|------|
|            | Min               | Nom   | Max   | Min             | Nom  | Max  |
| A          | -                 | -     | 0.067 | -               | -    | 1.70 |
| A1         | 0.000             | 0.004 | 0.008 | 0.00            | 0.1  | 0.20 |
| A2         | 0.051             | 0.055 | 0.059 | 1.30            | 1.40 | 1.50 |
| b          | 0.006             | 0.009 | 0.011 | 0.15            | 0.22 | 0.29 |
| b1         | 0.006             | 0.008 | 0.010 | 0.15            | 0.20 | 0.25 |
| c          | 0.004             | -     | 0.008 | 0.09            | -    | 0.20 |
| c1         | 0.004             | -     | 0.006 | 0.09            | -    | 0.16 |
| D          | 0.354 BSC         |       |       | 9.00 BSC        |      |      |
| D1         | 0.276 BSC         |       |       | 7.00 BSC        |      |      |
| E          | 0.354 BSC         |       |       | 9.00 BSC        |      |      |
| E1         | 0.276 BSC         |       |       | 7.00 BSC        |      |      |
| e          | 0.020 BSC         |       |       | 0.50 BSC        |      |      |
| L          | 0.016             | 0.024 | 0.031 | 0.40            | 0.60 | 0.80 |
| L1         | 0.039 REF         |       |       | 1.00 REF        |      |      |
| $\theta$   | 0°                | 3.5°  | 9°    | 0°              | 3.5° | 9°   |
| $\theta_1$ | 0°                | -     | -     | 0°              | -    | -    |
| $\theta_2$ | 12° TYP           |       |       | 12° TYP         |      |      |
| $\theta_3$ | 12° TYP           |       |       | 12° TYP         |      |      |

|  |          |               |
|--|----------|---------------|
| TITLE: 48LD LQFP ( 7x7x1.4mm)            |          |               |
| PACKAGE OUTLINE DRAWING, FOOTPRINT 2.0mm |          |               |
| LEADFRAME MATERIAL:                      |          |               |
| APPROVE                                  | DOC. NO. |               |
|  | VERSION  | 1             |
|  | PAGE     | OF            |
| CHECK                                    | DWG NO.  | SS048 - P1    |
|  | DATE     | Sept. 25.2000 |
| REALTEK SEMI-CONDUCTOR CORP.             |          |               |



## 11 订购信息

Table 1. Ordering Information

| Part Number  | Package                               | Status |
|--------------|---------------------------------------|--------|
| RTL8201BL    | 48-Pin LQFP                           |        |
| RTL8201BL-LF | RTL8201BL with Lead (Pb)-Free package |        |

*Note: See page 4 for lead (Pb)-free package and version identification.*