

摘要

借助 IEEE 802.3cg 10BASE-T1L 标准，工程师们可以将其应用的电缆范围扩展到原先无法实现的范围，从而为远程以太网通信提供新的机会。然而，为实现更长距离的传输，工程师们还必须应对电缆故障和衰减问题，而故障排除和维修工作成本高昂且耗费大量人力。10BASE-T1L 以太网 PHY (如 DP83TD510E) 提供了大量的电缆诊断工具，以监测电缆性能并提供最长的电缆。本应用手册重点介绍了 PHY 在实时检测故障和监测链路质量方面的特性。

内容

1 引言.....	3
2 1V 和 2.4V p2p 模式脚本.....	4
3 时域反射法.....	5
3.1 TDR 应用启动.....	5
3.2 TDR 测试步骤.....	6
4 工作链路电缆诊断.....	7
4.1 ALCD 应用启动.....	7
4.2 ALCD 测试步骤.....	7
5 信号质量指标.....	11
5.1 SQI 应用启动.....	11
5.2 SQI 测试步骤.....	11
6 电缆诊断摘要.....	12
7 环回模式.....	13
7.1 BISCR (地址 = 0x0016) [复位 = 0x0100].....	13
8 伪随机位序列函数.....	14
8.1 PRBS_CFG_1 (地址 = 0x0119) [复位 = 0x0574].....	14
8.2 PRBS_STATUS_4 (地址 = 0x011F) [复位 = 0x0000].....	15
9 USB 转 MDIO 步骤.....	16
10 符合 IEEE 802.3cg PMA 标准.....	17
11 修订历史记录.....	19

插图清单

图 4-1. 用于校准的示例读数.....	9
图 7-1. 环回测试模式.....	13
图 9-1. 将“Extended Register”更改为“NO”的示例.....	16

表格清单

表 3-1. TDR_CFG (地址 = 0x001E) [复位 = 0x0000].....	5
表 3-2. TDR_Fault_Status (地址 = 0x030C) [复位 = 0x0000].....	5
表 4-1. ALCD 校准结果的寄存器映射.....	7
表 5-1. MSE 检测 (地址 = 0x0A85) [复位 = 0x0000].....	11
表 5-2. SQI 链路运行状况.....	11
表 6-1. 电缆诊断摘要.....	12

表 7-1. BISCR (地址 = 0x0016) [复位 = 0x0100].....	13
表 8-1. PRBS_CFG_1 (地址 = 0x0119) [复位 = 0x0574].....	14
表 8-2. PRBS_STATUS_4 (地址 = 0x011F) [复位 = 0x0000].....	15
表 10-1. IEEE 802.3cg 10Base-T1L PMA 规格.....	17

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

DP83TD510E 提供电缆诊断工具，可协助进行系统设计和现场监测。借助电缆诊断工具，设计人员可快速启动系统、评估 PHY 之间的链路质量并有效地识别电缆故障。通过 PHY 提供的有关电缆和链路的有效信息，设计人员能够对系统在部署之前的稳健性充满信心。工程师则可借助诊断数据来评估系统随时间变化的运行状况，并采取措施以避免故障和停机。

DP83TD510E 中包括以下电缆诊断工具：

- 时域反射法 (TDR)
- 工作链路电缆诊断 (ALCD)
- 信号质量指标 (SQI)
- 环回模式
- 伪随机二进制序列 (PRBS) 发生器和校验器
- 符合 IEEE 802.3cg PMA 标准的测试模式

以下各节将逐个介绍这些功能或工具。每节均介绍相应 PHY 功能的背景知识、配置说明以及如何分析检索到的数据。每个功能均包含示例脚本，并且示例脚本可与 USB-2-MDIO 软件工具一起使用，可方便轻松评估。

2 1V 和 2.4V p2p 模式脚本

默认的工作模式取决于 LED_2 引脚的搭接情况。根据前述小节中的快速设置，无论是否检测到链路伙伴，默认的输出工作模式都将为 1.0Vpp。

通过对两个链路伙伴运行以下 2.4 Vpp 的脚本，选择 DP83TD510E 的输出工作模式。

```
//Set Output operating mode for 2.4 Vpp
begin
08F6 1000 //enable 2.4Vpp operating mode
020E B000 //Request increased the transmit level
001F 4000 //Software restart
end
```

通过对两个链路伙伴运行以下 1Vpp 的脚本，选择 DP83TD510E 的输出工作模式。

```
//Set Output operating mode for 1 Vpp
begin
08F6 0000 //enable 1Vpp operating mode
020E 8000 //Do not request increased transmit level
001F 4000 //Software restart
end
```

3 时域反射法

3.1 TDR 应用启动

以太网应用中的主要电缆故障是开路 and 短路状况。802.3cg 标准规定，PHY 可以承受高达 60V 的开路和短路而不会损坏。DP83TD510E 采用 TDR 来识别电缆中的开路和短路状况，并确定电缆故障发生处与 PHY 的距离。

备注

当 PHY 主动链接到链路伙伴时，TDR 无法运行。TDR 的工作原理是将高能脉冲注入电缆并测量反射信号。通道上的活动将干扰传输的脉冲并损坏接收的信号。

3.1.1 TDR_CFG (地址 = 0x001E) [复位 = 0x0000]

表 3-1. TDR_CFG (地址 = 0x001E) [复位 = 0x0000]

位	字段	类型	复位	说明
15	TDR_Start	R	0x0	1b = 启动 TDR 步骤
14	CFG_TDR_Auto_Run	R	0x0	1b = 在链路断开时启用 TDR 自动启动 0b = 默认配置下手动启用 TDR
13:2	保留	R	0x0	
1	TDR_Done	R	0x0	1b = TDR 已完成 0b = TDR 正在进行中
0	TDR_Fail	R	0x0	1b = TDR 未能正确完成 0b = 无错误指示

3.1.2 TDR_Fault_Status (地址 = 0x030C) [复位 = 0x0000]

表 3-2. TDR_Fault_Status (地址 = 0x030C) [复位 = 0x0000]

位	字段	类型	复位	说明
15:12	保留	R	0x0	
11	Peak_Detect	R	0x0	1b = 检测到故障 0b = 未检测到故障
10	Peak_Sign	R	0x0	1b = 开路故障 0b = 短路故障
9:0	Peak_Location	R	0x0	故障位置 (单位为米)

备注

如果将 0x030C[11] 设置为 ('1b')，则位 0x030C[10] 有效

3.2 TDR 测试步骤

备注

本应用手册中提供的脚本遵循 [USB-2-MDIO 工具](#) 的格式。示例：0301 2404 第一个 4 位值是待读取或写入的寄存器地址。第二个 4 位值是待写入该地址的寄存器数据。

如需在 PHY 内配置 TDR 电路，必须设置以下寄存器：

```
begin
001F 8000
0200 0000
0834 4000
0301 2403
0303 043E
030E 2520
001F 4000
end
```

手动启动 TDR：

```
begin
//Soft Reset
001F 4000

//Start TDR measurement
001E 8000
end
```

检查 TDR 测量的完成状态和结果：

```
begin
//Soft Reset
001F 4000

// Error Checking
001E //Observe bits [1:0] for completion status, bit [0] must be 1b for TDR status to be valid

//Read TDR result
030C //Observe bits [11:10] for fault detection and [9:0] for fault location
end
```

测量故障位置，单位为米，可通过将位 0x030C[9:0] 转换为十进制格式找到故障位置。

备注

高衰减电缆可能需要不同的 TDR 脚本。寄存器 030C 读数为 0000 表示该电缆是高衰减电缆。

4 工作链路电缆诊断

4.1 ALCD 应用启动

虽然 TDR 提供了一种在未建立链路的情况下测量系统电缆长度的方法，而工作链路电缆诊断 (ALCD) 允许 PHY 在与其链路伙伴建立工作链路期间确定电缆长度。PHY 使用无源数字信号处理以及预定义的电缆参数，可实现最高精度的电缆长度估算。可将估算的电缆长度与电缆的物理长度进行交叉验证，从而确定电缆特性是否存在偏差，并了解 PHY 在电缆老化时的表现。

需要注意的是，在单对以太网应用中，电缆选择范围比标准以太网应用（其中主要使用 CAT5、CAT5e、CAT6 电缆）更广。这样，DP83TD510E 中的 ALCD 功能允许设计人员在其应用中根据特定电缆的定制电缆诊断工具，以生成最准确的电缆长度估算值。

ALCD 的使用流程分为两个步骤：

1. 校准电缆特性
2. 测量电缆质量

4.2 ALCD 测试步骤

4.2.1 电缆校准

通过每隔五个固定的间隔测量 ALCD 寄存器信息，直至达到应用所需的最大电缆长度，ALCD 将对每种电缆类型和应用进行校准。可以在产品评估期间在设计人员的实验室内完成校准。状况良好的电缆与校准中使用的测试电缆与现场部署的电缆在特性上不会有太大的偏差，这样就可以对 PHY 电缆进行一次校准。要进行校准并估算链路的电缆长度，请遵循下述步骤。

1. DP83TD510E 以太网 PHY 预期在现场使用的最大电缆长度被称为以太网 PHY 的最大工作长度。例如，如果预期在现场使用的最大电缆长度为 900m，则最大工作长度为 900m。ALCD 将具有最大工作长度的参考数据（保留一定余量），并为电缆性能随着时间的推移而下降留有一定的余量。余量可以是固定的（比如 10%），也可以根据更长电缆的性能推导得出。例如，我们可以假设余量为 10%，并生成大概 1km 的参考数据。1km 即 ALCD 范围。
2. ALCD 校准分 5 段进行。建议这些段的长度相等或几乎相等。例如，我们可以使用以下任一电缆长度段设置来校准 ALCD，或使用任何其他接近这些值的设置来校准 900m 的 ALCD 范围。请注意，用于校准的最长电缆长度必须大于实际使用的电缆长度。

设置 1：{0m, 200m, 400m, 600m, 800m, 1km}

3. PHY 为 ALCD 电缆范围的每个段计算 ALCD 指标。该指标由芯片在内部生成，并在链路实现后显示在寄存器 0x0A9D 中。按照以下步骤，在每个长度段上读取 ALCD 指标的正确值。
 - a. 如有必要，使用所需脚本编程，并让器件建立链路。
 - b. 建立链路后等待 3ms，然后读取寄存器 0x0A9D 上的 ALCD 指标。
 - c. 忽略 LSB 十六进制数字，并存储该指标的 3 个 MSB 十六进制数字。
 - d. 对校准设置中的所有电缆长度重复步骤 a. 至 c.，以获得 1V 模式和 2.4V 模式下的校准对。
4. 记录每个电缆长度的 ALCD 参考指标后，可将这些值存储在 DP83TD510E 寄存器中，用于估算整个应用寿命期间的电缆长度。按照上述步骤，需要生成六对 <电缆, 指标>。这些信息需要按照表 4-1 存储在寄存器中，并且需要作为初始链路建立脚本的一部分。

表 4-1. ALCD 校准结果的寄存器映射

参数	寄存器地址	注释
2p4V Metric1	0x088D	用于 2p4V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
2p4V Metric2	0x088E	用于 2p4V 模式下指标 2 的 3 个 MSB 十六进制数字
2p4V Metric3	0x088F	用于 3p4V 模式下指标 2 的 3 个 MSB 十六进制数字
2p4V Metric4	0x0890	用于 4p4V 模式下指标 2 的 3 个 MSB 十六进制数字

表 4-1. ALCD 校准结果的寄存器映射 (continued)

参数	寄存器地址	注释
2p4V Metric5	0x0891	用于 5p4V 模式下指标 2 的 3 个 MSB 十六进制数字
2p4V Metric6	0x0892	用于 6p4V 模式下指标 2 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric1	0x0898	用于 1p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric2	0x0899	用于 2p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric3	0x089a	用于 3p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric4	0x089b	用于 4p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric5	0x089c	用于 5p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
1V Metric6	0x089d	用于 6p0V 模式下指标 1 的 3 个 MSB 十六进制数字
Cable1	0x08E9	四舍五入 (电缆 1/8) 并将其转换为十六进制数字
Cable2	0x08EA	四舍五入 (电缆 2/8) 并将其转换为十六进制数字
Cable3	0x08EB	四舍五入 (电缆 3/8) 并将其转换为十六进制数字
Cable4	0x08EC	四舍五入 (电缆 4/8) 并将其转换为十六进制数字
Cable5	0x08ED	四舍五入 (电缆 5/8) 并将其转换为十六进制数字
Cable6	0x08EE	四舍五入 (电缆 6/8) 并将其转换为十六进制数字

备注

在下电上电期间不保留寄存器信息。ALCD 校准信息应包含在初始化例程中，以便在每次上电后用于估算电缆长度。

用于校准的最长电缆长度必须大于实际使用的电缆。

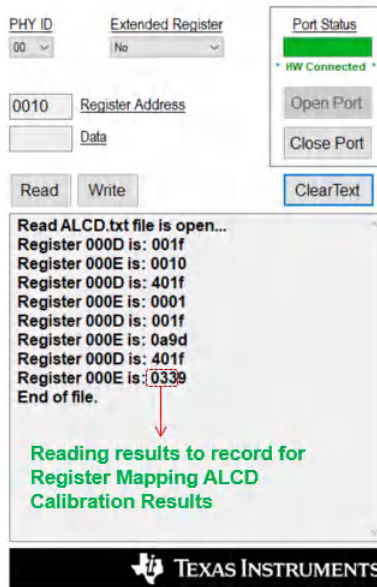


图 4-1. 用于校准的示例读数

生成 ALCD 指标的过程如下：

```
//For each output operating mode utilized in an application, record ALCD <cable, metric pair>

1.0 Vpp operating ALCD metrics
//For each cable length segment in ALCD range, record the ALCD metric
begin
0001 //check that link is established in 0x0001[2]
0A9D //read register 0x0A9D and record bits [15:4] for
end

2.4 Vpp operating ALCD metrics
//For each cable length segment in ALCD range, record the ALCD metric
begin
0001 //check that link is established in 0x0001[2]
0A9D //read register 0x0A9D and record bits [15:4] for
end
```

在初始化例程期间设置 ALCD 校准寄存器：

```
begin
//Set ALCD cable length segments
08E9 0000 //Cable length 1 is 0 meters
08EA 0019 //Cable length 2 is 200 meters ([200 meters / 8] -> converted to hex)
08EB 0032 //Cable length 3 is 400 meters ([400 meters / 8] -> converted to hex)
08EC 004B //Cable length 4 is 600 meters ([600 meters / 8] -> converted to hex)
08ED 0064 //Cable length 5 is 800 meters ([800 meters / 8] -> converted to hex)
08EE 007D //Cable length 6 is 1000 meters([1000 meters / 8] -> converted to hex)

//Set 1.0 Vpp ALCD metrics
0898 0046 //ALCD metric for 0 meters is 046
0899 0067 //ALCD metric for 200 meters is 067
089A 0088 //ALCD metric for 400 meters is 088
089B 0137 //ALCD metric for 600 meters is 137
089C 0178 //ALCD metric for 800 meters is 178
089D 0263 //ALCD metric for 1000 meters is 263

//Set 2.4 Vpp ALCD metrics
088D 0078 //ALCD metric for 0 meters is 078
088E 0096 //ALCD metric for 200 meters is 096
088F 0120 //ALCD metric for 400 meters is 120
0890 0174 //ALCD metric for 600 meters is 174
0891 0201 //ALCD metric for 800 meters is 201
0892 0310 //ALCD metric for 1000 meters is 310
end
```

4.2.2 电缆质量测量

电缆校准完成后，可以测量电缆上的任何链路，以估算电缆的长度。

1. 确保已收集电缆的 ALCD 参考指标，并将其存储在表 4-1 中所述的寄存器中。
2. 读取寄存器 0x0A9F 以获得链路的估算电缆长度，单位为米。

```
begin
0A9F //bit[15] indicates ALCD length estimation is complete, bits[10:0] store the estimated cable
length in meters
end
```

备注

在估算 ALCD 的电缆长度时，使用 2.4V p2p 模式以提供更准确的结果。

5 信号质量指标

5.1 SQI 应用启动

虽然 TDR 可以提供有关电缆故障发生和位置的信息，但对链路质量进行实时监测可以在故障发生前提供有价值的信息。DP83TD510E 提供实时的信噪比监测。

电缆质量、连接器触点和周围环境都会影响整体通道质量。信号质量指标 (SQI) 可以洞察应用组件在发货前的物理连接情况，系统在嘈杂环境和抗扰度测试中的链路质量，或产品老化过程中的运行状况和寿命趋势。

只要建立工作链路，DP83TD510E 即可通过定期测量 SNR 来监测链路质量。PHY 测量 PAM3 切片器从其切片输出接收的信号中的累积均方误差 (MSE)。信号质量监测功能在 PHY 的后台自动运行；无需通过寄存器设置启用此功能。

在 SQI 寄存器 [0x0A85] 中以十六进制值格式存储的 MSE 可以通过除以 2^{17} 并计算 $MSE (dB) = 10 * \log_{10} MSE$ 来转换为 dB

1. 将位 [14:0] 转换为 MSE 的十进制形式 (十进制)
2. $MSE (dB) = 10 * \log_{10} (MSE/2^{17})$
3. $SNR(dB) = -10 * \log_{10} (MSE/2^{17}) - 1.76dB$

5.1.1 MSE 检测 (地址 = 0x0A85) [复位 = 0x0000]

表 5-1. MSE 检测 (地址 = 0x0A85) [复位 = 0x0000]

位	字段	类型	复位	说明
15:0	MSE Detect	R	0x0	链路的信号质量指标

5.2 SQI 测试步骤

读取 16 位 MSE 值的 MSE 检测寄存器：

```
begin
0x0A85
end
```

根据表 5-2 评估链路的运行状况：

表 5-2. SQI 链路运行状况

SQI 链路运行状况	MSE	SNR (dB)
差	Mse > 0660h	SNR < 17.29
勉强可用	0660h >= Mse > 0320h	17.29 < SNR < 20.38
好	Mse <= 0320h	SNR > 20.38

6 电缆诊断摘要

DP83TD510E 中有多种电缆诊断工具可供选择，因此为应用选择正确的工具非常重要。表 6-1 提供了有关每个工具何时用于检测故障和改善系统性能的信息。

表 6-1. 电缆诊断摘要

应用用例	电缆诊断工具		
	TDR	ALCD	SQI
链路断开	有	否	否
已建立网络链路	否	有	有
链路段长度	有	有	否
开路/短路检测	有	否	否
链路质量监测器	否	否	有

7 环回模式

DP83TD510E 中提供多个环回选项，可用于测试和验证 PHY 中的各种功能块。启用环回模式后，可以对数字和模拟数据路径进行电路内测试。DP83TD510E 可配置为任何一种近端环回模式，也可配置为远端（反向）环回模式。MII 环回是使用控制寄存器（BMCR，地址 0x0000）进行配置的。所有其他环回模式均通过 BIST 控制寄存器（BISCR，地址 0x0016）启用。

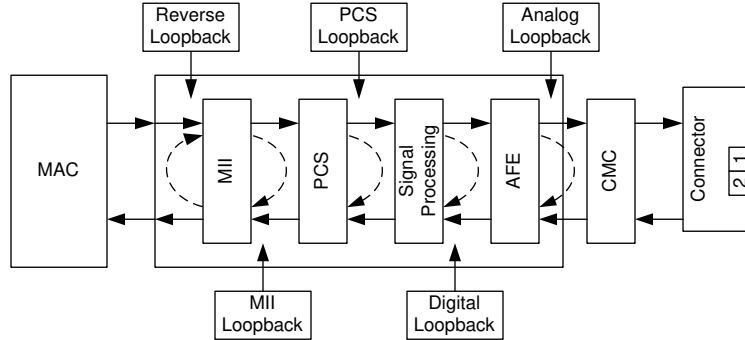


图 7-1. 环回测试模式

7.1 BISCR (地址 = 0x0016) [复位 = 0x0100]

表 7-1. BISCR (地址 = 0x0016) [复位 = 0x0100]

位	字段	类型	复位	说明
6:0	Loopback_Mode	读/写	0x0	0000001b = 保留 0000010b = PCS 环回 (Tx PAM3 到 Rx PAM3) 0000100b = 数字环回 0001000b = 模拟环回 0010000b = 反向环回 0100000b = 以反向环回方式传输到 MAC 1000000b = 以 MAC 环回方式传输到 MDI

8 伪随机位序列函数

DP83TD510E 包含一个伪随机位序列 (PRBS) 发生器和校验器 (用于内置自检 (BIST)) 以及一个电缆诊断工具。PRBS 电路可用于内部环回模式或通过 MAC 或 MDI 接口发送数据。PRBS 采用真实数据包和数据包间间隙 (IPG) 格式来模拟线路上的伪随机数据传输场景。借助 PRBS, 设计人员可控制数据包长度和 IPG, 以模拟应用的预期吞吐量。PRBS 采用独立的发送和接收路径, 且发送块能够生成伪随机序列的连续流。

可以从 PRBS_STATUS_4 寄存器 (0x011F) 读取接收状态: PRBS 校验器是否锁定到传入位流、PRBS 是否失去同步以及数据包发生器是否处于繁忙状态。若要识别适当数据接收的起始位置, 需要锁定和同步指示, 而对于任何链路故障或数据损坏, 最能起到指示作用的是 PRBS_STATUS_4 寄存器中错误计数器的内容。接收的数据包的数量存储在 PRBS_STATUS_2 (0x011D) 中。

备注

注意: 当写入寄存器 0x011F 位 [0] 或位 [1] 时, 存储在任何 PRBS 数据包或字节计数寄存器中的值将更新。

通过使用 PRBS_CFG_1 寄存器 (0x0119), 可以将 PRBS 测试置于连续数据包生成模式。在连续模式下, 当其中一个 PRBS 计数器达到最大值时, 此计数器再次从零开始计数。

启用连续 PRBS 发生器:

```

Begin
//Enable continuous PRBS generator/checker over Copper TX/RX
//Note the link partner should be in reverse loopback mode for PRBS checker to have data stream to
evaluate
0119 0557
End
PRBS receive data checker:
Begin
//Write 0x011F[0] to latch packet, error counter values
011F 0001
//Read 0x011F for generator status, sync lock, bit errors
//0x011F = 0x0B00 is indicative of PRBS lock and no errors, passing result
011F
End
    
```

8.1 PRBS_CFG_1 (地址 = 0x0119) [复位 = 0x0574]

表 8-1. PRBS_CFG_1 (地址 = 0x0119) [复位 = 0x0574]

位	字段	类型	复位	说明
15:13	保留	R	0x0	
12	Send_Packet	读/写	0x0	启用带有固定/增量数据的 MAC 生成数据包, 具有 CRC (必须设置 pkt_gen_en, 并且必须清除 cfg_pkt_gen_prbs), 并在设置 pkt_done 时自动清除
11	保留	R	0x0	
10:8	CFG_PRBS_CHK_SEL	R/W	0x5	000: 校验器从 RGMII TX 接收 010: 校验器从 RMII TX 接收 011: 校验器从 MII TX 接收 101: 校验器从 Cu RX 接收
7	保留	R	0x0	
6:4	CFG_PRBS_GEN_SEL	R/W	0x7	000: PRBS 发送到 RGMII RX 010: PRBS 发送到 RMII RX 011: PRBS 发送到 MII RX 101: PRBS 发送到 Cu TX
3	CFG_PRBS_CNT_Mode	读/写	0x0	1b = 连续模式, 当其中一个 PRBS 计数器达到最大值时, 产生脉冲且计数器再次从零开始计数 0b = 单一模式, 当其中一个 PRBS 计数器达到最大值时, PRBS 校验器停止计数。

表 8-1. PRBS_CFG_1 (地址 = 0x0119) [复位 = 0x0574] (continued)

位	字段	类型	复位	说明
2	CFG_PRBS_CHK_Enable	读/写	0x1	启用 PRBS 校验器 xbar (以接收数据)。必须启用, 数据包计数器才能正常工作
1	CFG_PKT_GEN_PRBS	读/写	0x0	如果设置了位 [1]: (a) 设置 pkt_gen_en 后, 将连续生成 PRBS 数据包 (b) 清除 pkt_gen_en 后, PRBS RX 校验器仍处于启用状态 如果清除了位 [1]: (a) 设置 pkt_gen_en 后, 将生成非 PRBS 数据包 (b) 清除 pkt_gen_en 后, PRBS RX 校验器也将禁用
0	PKT_GEN_Enable	读/写	0x0	1b = 启用数据包/PRBS 发生器 0b = 禁用数据包/PRBS 发生器

8.2 PRBS_STATUS_4 (地址 = 0x011F) [复位 = 0x0000]

表 8-2. PRBS_STATUS_4 (地址 = 0x011F) [复位 = 0x0000]

位	字段	类型	复位	说明
15:14	保留	R	0x0	
13	PRBS_Sync_Loss	R/WoC	0x0	1b = PRBS 已锁定 0b = PRBS 未锁定
12	Pkt_Done	R	0x0	在传输所有带有 CRC 的 MAC 数据包时设置
11	Pkt_Gen_Busy	R	0x0	1b = 数据包发生器正在工作 0b = 数据包发生器未在工作
10	PRBS_Pkt_Ov	R	0x0	如果设置, 则数据包计数器已达到溢出 清除 PRBS 计数器 (通过设置 0x011F 的位 [1] 来完成) 后, 溢出也会随之清除
9	PRBS_Byte_Ov	R	0x0	如果设置, 则字节计数器已达到溢出 清除 PRBS 计数器 (通过设置 0x011F 的位 [1] 来完成) 后, 溢出也会随之清除
8	PRBS_Lock	R	0x0	1b = PRBS 校验器在接收到的字节流上被锁定 (同步) 0b = PRBS 校验器未锁定
7:0	PRBS_Err_Cnt	R	0x0	保存 PRBS 校验器接收到的错误位数 当写入位 [0] 或位 [1] 时, 此寄存器中的值被锁定 当 PRBS 计数模式设置为零时, 计数在 0xFF 上停止 注: 写入位 0 会为 PRBS 计数器生成锁定信号。 写入位 1 会为 PRBS 计数器生成锁定和清除信号。

9 USB 转 MDIO 步骤

在 510 EVM 应用中使用 USB 转 MDIO GUI 时，请遵循此步骤：

1. 遵循通用 [USB 转 MDIO 用户指南](#)：
2. 将“Extended Register”更改为“No”。

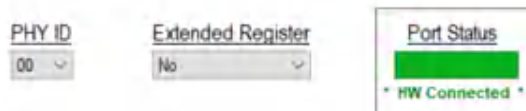


图 9-1. 将“Extended Register”更改为“NO”的示例

3. 对扩展寄存器使用 000D 和 000E。

使用扩展寄存器时的 2.4Vpp 示例：

```
//Set Output operating mode for 2.4 Vpp
begin
000D 0001
000E 08F6
000D 4001
000E 1000 //enable 2.4 Vpp operating mode

000D 0007
000E 020E
000D 4007
000E B000 //Request increased the transmit level in MMD07

000D 001F
000E 0010
000D 401F
000E 4000 //soft reset
end
```

带扩展寄存器的 1V Vpp 示例：

```
//Set Output operating mode for 1V Vpp
begin
000D 0001
000E 08F6
000D 4001
000E 0000 //enable 1 Vpp operating mode

000D 0007
000E 020E
000D 4007
000E 8000 //Do not request increased transmit level in MMD07

000D 001F
000E 0010
000D 401F
000E 4000 //soft reset
end
```


10 符合 IEEE 802.3cg PMA 标准

DP83TD510E 符合 IEEE 802.3cg 10Base-T1L 标准。该器件支持此标准中用于评估 PHY 符合性所需的所有测试模式。

测试 DP83TD510E 的 PMA 符合性时，有必要将 PHY 配置为适当的测试模式。IEEE 802.3cg 规定了三种测试模式来测量发送器的波形、失真、抖动和压降。IEEE 802.3cg 标准分别规定了 1.0Vpp 和 2.4Vpp 输出工作模式的限制。

表 10-1. IEEE 802.3cg 10Base-T1L PMA 规格

测试		限制	
		1.0Vpp 模式	2.4Vpp 模式
输出电压	最大值	1.05mV	2.520mV
	最小值	0.850mV	2.040mV
压降	正	10%	10%
	负	10%	10%
抖动		10ns	
PSD	屏蔽	模板	模板
	功率级别	-0.2 - 2.2dBm	7.4 - 9.8dBm

默认的输出工作模式为 1.0Vpp，未检测到链路伙伴。通过在测试模式 1、2 和 3 的 1V 和 2.4V p2p 模式会话中运行以下脚本来选择 DP83TD510E 的 2.4Vpp 输出工作模式。

```
//Set Output operating mode for 2.4 Vpp for test mode 1,2,and 3
begin
000D 0001
000E 08F6
000D 4001
000E 1000 //force 2.4V

000D 001F
000E 0016
000D 401F
000E 0104 //enable digital loopback to force link up to have three level signal
end
```

1. 测试模式 1：发送器输出电压和计时抖动测试模式。

- a. 当在测试模式 1 中配置 DP83TD510E 时，PHY 重复数据序列 (+1, -1)。

```
begin
000d 0001
000e 08f8
000d 4001
000e 2000 //Set test mode 1 in MMD 01
001f 4000 //soft reset
end
```

2. 测试模式 2：发送器输出压降测试模式。

- a. 当在测试模式 2 下启用 DP83TD510E 时，PHY 重复十个“+1”符号，然后重复十个“-1”符号。

```
begin
000d 0001
000e 08f8
000d 4001
000e 4000 //Set test mode 2 in MMD 01
001f 4000 //soft reset
end
```

3. 测试模式 3：空闲模式下的正常工作，用于 PSD 屏蔽测试。

- a. 测试模式 3 将 DP83TD510E 设置为 MDI 主模式，传输正常的帧间空闲信号。

```
begin
000d 0001
000e 08f8
000d 4001
000e 6000 //Set test mode 1 in MMD 01
001f 4000 //soft reset
end
```

4. 从模式的 MDI 回波损耗：从空闲模式。

- a. 1V p2p MDI 回波损耗符合性测试。

```
begin

//001f 8000 //hard reset

000d 0007
000e 0200
000d 4007
000e 0000 //disable autoneg MMD 07

000d 0001
000e 0834
000d 4001
000e 0000 //Force Slave Mode MMD 01

000d 0001
000e 08f6
000d 4001
000e 0000 //Force 1V swing MMD 01

001f 4000 //soft reset

end
```

- b. 2.4V p2p MDI 回波损耗符合性测试。

```
begin

//001f 8000 //hard reset

000d 0007
000e 0200
000d 4007
000e 0000 //disable autoneg MMD 07

000d 0001
000e 0834
000d 4001
000e 0000 //Force Slave Mode MMD 01

000d 0001
000e 08f6
000d 4001
000e 1000 //Force 2.4V swing MMD 01

001f 4000 //soft reset

end
```

11 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision B (May 2022) to Revision C (June 2022) Page

- 更新了 PMA 符合性测试的 2.4V 脚本并新增了 MDI 回波损耗符合性测试脚本。..... 17
-

Changes from Revision A (June 2021) to Revision B (May 2022) Page

- 新增了 1V 和 2.4V p2p 模式脚本..... 4
 - 更新了用于 TDR 测试的脚本，并为高衰减电缆上的 TDR 测试新增了附加说明..... 6
 - 更新了 ALCD 脚本。新增了有关最大校准范围的注释，..... 7
 - 将脚本中的寄存器从 09AF 更改为 0A9F，在 2.4V 脚本中新增注释，使 ALCD 上的性能更好。..... 10
 - 更改了 2.4V 脚本以符合 PMA 标准..... 17
-

Changes from Revision * (March 2021) to Revision A (June 2021) Page

- 更新了用于 TDR 启动的 0x1E 寄存器写入..... 6
 - 更新了寄存器定义，使之与数据表相对应..... 6
 - 新增了“USB 转 MDIO 步骤”部分..... 16
-

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司