



摘要

本文档从编程模型的角度为带有时钟恢复器的 LMH12x9 电缆均衡器提供了参考，包括与编程和不同配置选项相关的详细信息。目标受众包括从事系统诊断和控制软件工作的软件和硬件工程师。

读者应熟悉与带有时钟恢复器的 LMH12x9 电缆均衡器和 LMH1239EVM 相关的配套资料 (LMH12x9 数据表、EVM 用户指南、EVM GUI 等)。

内容

1 访问方法	2
1.1 通过 SMBus 对寄存器进行编程.....	2
1.2 通过 SPI 对寄存器进行编程.....	3
1.3 寄存器页面.....	3
2 寄存器命令语法	4
3 器件配置	5
3.1 通用器件配置.....	5
3.2 通用寄存器命令.....	6
3.3 IN_MUX_SEL 覆盖.....	7
3.4 SDI_IN± 和 SDI_IN1± 的信号检测状态.....	7
3.5 锁定数据速率指示.....	8
3.6 CDR 环路带宽覆盖.....	9
3.7 选择性 SMPTE 数据速率锁定.....	10
3.8 眼图张开度监视操作.....	12
3.9 SDI_OUT±、OUT0± 和 OUT1± 默认工作模式.....	14
3.10 反转 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 数据极性.....	16
3.11 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 驱动器设置.....	17
3.12 LOCK_N 引脚输出设置.....	21
3.13 PRBS 生成器和校验器.....	22
3.14 CDR 锁定定时控制.....	24
4 寄存器映射	25
4.1 共享寄存器.....	26
4.2 CDR 寄存器.....	30
4.3 EQ_Drivers 寄存器.....	43

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 访问方法

可通过两种方法访问 LMH12x9 寄存器。分别是：

- 通过串行管理总线 (SMBus) 进行寄存器控制
- 通过串行并行接口 (SPI) 进行寄存器控制

在典型系统中，通过访问 SMBus 或 SPI 来配置和监控器件状态。除非另有说明，否则 SPI 和 SMBus 的寄存器配置相同。

1.1 通过 SMBus 对寄存器进行编程

可通过标准 SMBus 或 SPI 协议访问 LMH12x9 内部寄存器。可以通过设置 MODE_SEL = L (1k Ω 至 GND) 来启用 SMBus 模式。与 LMH12x9 SMBus 接口关联的引脚有：

- ADDR0 (引脚 11)：用于设置 SMBus 地址的绑定引脚
- ADDR1 LMH1239 (引脚 26)、ADDR1 LMH1229 (引脚 28)：用于设置 SMBus 地址的绑定引脚
- SDA (引脚 13)：SMBus 数据引脚
- SCL LMH1239 (引脚 27)、SCL LMH1229 (引脚 29)：SMBus 时钟引脚

在上电时根据 ADDR0 和 ADDR1 引脚的配置绑定 SMBus 目标地址。当内部上电复位信号置为无效后，上电时读取这两个引脚的状态。SMBus 上支持的最大运行速度为 400kHz。

通过在 ADDR0 和 ADDR1 引脚 (引脚 11 和 26/28) 上放置外部电阻器搭接，可以为每个器件分配 16 个唯一的 SMBus 地址。

表 1-1. SMBus 地址

ADDR0 (LEVEL)	ADDR1 (LEVEL)	7 位 地址 [十六进制]	8 位写 命令 [十六进制] ⁽¹⁾
L	L	3D	7A
L	R	3E	7C
L	F	3F	7E
L	H	40	80
R	L	41	82
R	R	42	84
R	F	43	86
R	H	44	88
F	L	45	8A
F	R	46	8C
F	F	47	8E
F	H	48	90
H	L	49	92
H	R	4A	94
H	F	4B	96
H	H	4C	98

- (1) 8 位写命令由 7 位目标地址 (位 7:1) 和 LSB 后附加的 0 组成，用于指示 SMBus 写操作。例如，如果 7 位目标地址为 0x2D (8'b00101101)，则 8 位写命令为 0x5A (8'b01011010)。

1.2 通过 SPI 对寄存器进行编程

或者，当 `MODE_SEL = F` 时，使用 SPI 针对不同的配置来设置配置 LMH12x9。与 SPI 关联的引脚有：

- PICO (引脚 13)：外设输入、控制器输出
- LMH1239 POCI (引脚 26)、LMH1229 POCI (引脚 28)：外设输出、控制器输入
- CS_N (引脚 11)：片选 (低电平有效)
- LMH1239 SCK (引脚 27)、LMH1229 SCK (引脚 29)：串行时钟 (LMH12x9 外设器件的输入)

SPI 总线上支持的最大运行速度为 10MHz。

1.3 寄存器页面

LMH12x9 寄存器映射分为三个寄存器页面。这些寄存器页面用于控制 LMH12x9 功能的不同方面。这些页面的简单概要如下所示：

1. **共享寄存器页面**：此页面对应于全局参数。这是器件上电时的默认页面。通过设置寄存器 `0xFF[2:0] = 000' b` 来访问此页面。
2. **CDR 寄存器页面**：此页面对应于 CDR 设置和输出中断覆盖。通过设置寄存器 `0xFF[2:0] = 100' b` 来访问此页面。
3. **EQ/驱动器页面**：此页面对应于均衡器以及 `OUT0±`、`OUT1±` 和 `SDI_OUT±` 驱动器输出设置。通过设置寄存器 `0xFF[2:0] = 101' b` 来访问此页面。

2 寄存器命令语法

除非另有说明，否则以下设置适用于 **SMBus** 和 **SPI** 寄存器编程。操作为读取-修改-写入。这要求首先读取寄存器，然后通过应用特定掩码进行修改。

命令语法：

RAW	寄存器地址	寄存器内容	寄存器掩码	//注释
-----	-------	-------	-------	------

- **RAW**：这定义一条读取/写入命令
- 寄存器地址：以十六进制格式指定寄存器地址
- 寄存器内容：以十六进制指定要写入的值
- 寄存器掩码：指定要在寄存器内容中修改的位
- //文本注释

示例：**RAW 80 01 01 //启用覆盖**

在该命令中，寄存器 **0x80[0] = 1'b**。由于掩码 = **0x01**，因此未修改寄存器 **0x80[7:1]**。

RAR	寄存器地址	寄存器内容	寄存器掩码	//注释
-----	-------	-------	-------	------

- **RAR**：这定义一条只读命令
- 寄存器地址：以十六进制格式指定寄存器地址
- 寄存器内容：指定正在读取的十六进制值
- 定义寄存器内容的掩码。例如，掩码中的 **1** 定义要读取的位
- //文本注释

示例：**RAR 02 10 10 //仅读取位 4**

在该命令中，读取寄存器 **0x02[4]** 以检查是否已设置位 **4**。

重要注意事项：

- 使用 **SMBus** 或 **SPI** 时，用户可能需要在设置相应寄存器的控制位之前设置覆盖使能位。
- TI 建议在更改输入数据速率后切换 [ENABLE 引脚](#)
- 有关寄存器位定义的更多详细信息，请参阅 [节 4](#)。

3 器件配置

以下各节提供了针对常见应用对 LMH12x9 进行编程的指导。在文档的其余部分提供了宏示例，以针对不同的配置来设置器件。

为了阐明整个文档中的数据速率术语，以下术语被视为可互换：

表 3-1. 运行 SDI 数据速率的常用替代术语

运行数据速率	常用替代术语
11.88/11.868Gbps	12G、12G UHD-SDI
5.94/5.934Gbps	6G、6G UHD-SDI
2.97/2.967Gbps	3G、3G HD-SDI
1.485/1.4835Gbps	1.5G、1.5G HD-SDI
270Mbps	270M、SD

3.1 通用器件配置

LMH12x9 支持速率高达 11.88Gbps (12G UHD-SDI) 的 SMPTE 应用。输入 (SDI_IN± 或 SDI_IN1±, 仅限 LMH1239)、输出控制和时钟恢复器启用的选择分别由 SDI_IN_SEL、SDI_OUT_ENA、OUT0_OUT1_SEL 和 OUT_CTRL 引脚决定。表 3-2 中概述了器件的通用配置。如果无法访问这些引脚，仍然可以通过寄存器覆盖来实现所需的器件配置。本编程指南的后续章节将详细介绍特定配置。

表 3-2. 选择 SDI_IN± 或 SDI_IN1± 到 OUT0± (重定时数据) 和 OUT1± (重定时数据)

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//启用 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	08	04	04	//回读 SDI_IN± 的信号检测
RAR	08	01	01	//回读 SDI_IN1± 的信号检测
RAW	FF	00	07	//启用共享寄存器页面
RAW	FE	02	02	//设置 IN_MUX_SEL 引脚覆盖
RAW	FE	00	01	//假设 SDI_IN1± 上存在信号，则选择 SDI_IN1±。要选择 SDI_IN±，请将 0x01 写入 reg_FE[0]
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	34	40	40	//启用 OUT0± 断电覆盖
RAW	34	20	20	//禁用 OUT0± 通道
RAW	34	00	20	//启用 OUT0± 通道
RAW	36	40	40	//启用 OUT1± 断电覆盖
RAW	36	20	20	//禁用 OUT1± 通道
RAW	36	00	20	//启用 OUT1± 通道

3.2 通用寄存器命令

以下宏指定用于常见操作的寄存器设置。

3.2.1 通道控制

LMH12x9 中的控制寄存器分为三个页面：共享页面、CDR 页面和电缆/EQ 驱动器页面。用户可以通过向寄存器 0xFF 写入不同的值来访问所选页面中任意数量的寄存器，直到选择新页面。

表 3-3. 启用 CDR 寄存器页面

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//启用 CDR 寄存器页面

表 3-4. 启用 EQ/驱动器寄存器页面

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//启用 EQ/驱动器寄存器页面

备注

共享寄存器 0xFF 可以随时写入或读取，无需选择共享寄存器组。

3.2.2 LMH12x9 复位

要重新启动 LMH12x9，用户可以覆盖 ENABLE 引脚。LMH12x9 可以禁用并重新启动，以重新启动电缆均衡器值和 CDR 锁定等信号调整过程。此外，用户可以将器件寄存器复位为出厂默认值。

3.2.2.1 LMH12x9 ENABLE 引脚覆盖

使用共享页面 0xFA，用户可以覆盖 ENABLE 引脚以重新启动 LMH12x9 状态机。ENABLE 引脚可用于强制 LMH12x9 断电。当 ENABLE 引脚为低电平时，寄存器访问保持有效。禁用或重新启用该器件会重新启动电缆均衡器调整过程和 CDR 锁定。

表 3-5. LMH12x9 ENABLE 引脚覆盖

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//启用共享寄存器页面
RAW	FA	80	80	//覆盖 ENABLE 引脚
RAW	FA	00	40	//禁用器件
RAW	FA	40	40	//启用器件
RAW	FA	00	80	//禁用 ENABLE 引脚覆盖

3.2.2.2 LMH12x9 共享、CDR 和 EQ/驱动器页面复位

如果通过选择“复位寄存器”位（与特定寄存器页面无关）执行软复位，则用户必须重新初始化 LMH12x9 才能使器件正常运行。LMH12x9 使用保留的 SMBus 可访问存储器来控制内部状态机。上电时，该存储器会自动初始化；但是，当复位任何寄存器页面时，状态机存储器需要重新初始化。

通过在共享寄存器页面中将数据 0x01 写入寄存器 0xE2 来重新初始化状态机。状态机重新初始化的发生时间小于 100 μs（最大值）。

复位并恢复共享、CDR 和 EQ/驱动器寄存器页面的默认寄存器设置：

表 3-6. LMH12x9 共享、CDR 和 EQ/驱动器页面复位

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	04	40	40	//复位共享寄存器
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	00	04	04	//复位 CDR 寄存器
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	00	04	04	//复位 EQ/驱动器寄存器
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	E2	01	01	//重新初始化内部状态机寄存器设置。注意：0xE2[0] 不会自行清除。对逻辑高电平的任何写入都会触发初始化。
RAR	E2	10	10	//轮询并等待 0xE2[4] 设置以指示内部状态机寄存器已初始化

3.3 IN_MUX_SEL 覆盖

要选择 SDI_IN± 或 SDI_IN1±，请使用以下序列：

表 3-7. IN_MUX_SEL 覆盖

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//启用共享寄存器页面
RAW	FE	02	02	//启用 IN_MUX_SEL 引脚覆盖
RAW	FE	00	01	//假设 SDI_IN1± 上存在信号，则选择 SDI_IN1±。要选择 SDI_IN±，请启用 0xFE[0]。

3.4 SDI_IN± 和 SDI_IN1± 的信号检测状态

LMH1239 具有两个输入，每个输入都有一个信号检测器。器件根据信号检测状态和所选输入通道自动进入断电状态。例如，如果选择的是 SDI_IN±，但 SDI_IN1± 上没有信号，则 CDR 和输出驱动器将进入断电状态。请注意，未选择的输入始终进入断电状态。以下宏检查 SDI_IN± 或 SDI_IN1± 上的信号检测状态。

表 3-8. 检查 SDI_IN± 上的信号检测状态

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	08	04	04	//读取 SDI_IN± 的信号检测状态。值 1'b 指示信号存在。

表 3-9. 检查 SDI_IN1± 上的信号检测状态

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	08	01	01	//读取 SDI_IN1± 的信号检测状态。值 1'b 指示信号存在。

3.4.1 强制信号检测断电

出现信号丢失 (即所选通道信号检测无效) 时, LMH12x9 会自动断电。当存在有效信号时, 可以通过手动将给定输入通道上的信号检测置为无效来强制器件断电。

要强制关闭 SDI_IN± 信号检测 :

表 3-10. 禁用 SDI_IN± 的信号检测

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	06	08	08	//启用 SDI_IN± 的信号检测断电覆盖
RAW	06	00	04	//强制关闭 SDI_IN± 的信号检测

要强制关闭 SDI_IN1± 信号检测 :

表 3-11. 禁用 SDI_IN1± 的信号检测

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	07	08	08	//启用 SDI_IN1± 的信号检测断电覆盖
RAW	07	00	04	//强制关闭 SDI_IN1± 的信号检测

3.5 锁定数据速率指示

如果需要查看锁定器件的数据速率, 以便读取 CDR 寄存器页面寄存器 0x06 以确保器件已锁定, 请查看 CDR 寄存器页面寄存器 0x72[6:4] 中的 VCO 分频值设置以查看数据速率。

表 3-12. 锁定数据速率指示

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAR	06	39	3F	//如果 CDR 处于锁定状态并且初始调整完成, 则读回值为 0x39h。
RAR	72	xx	70	//寄存器 0x72[6:4] = 3'b000 为 11.88Gbps
				//寄存器 0x72[6:4] = 3'b001 为 5.94Gbps
				//寄存器 0x72[6:4] = 3'b010 为 2.97Gbps
				//寄存器 0x72[6:4] = 3'b011 为 1.485Gbps
				//寄存器 0x72[6:4] = 3'b100 为 270Mbps

3.6 CDR 环路带宽覆盖

LMH12x9 可通过 CDR 页面中的寄存器控制配置为目标 CDR 环路带宽。为了优化锁相环 (PLL) 和压控振荡器 (VCO) 之间的抖动，可在所有数据速率范围内调整环路带宽。对于大多数情况，TI 建议将 CDR 环路带宽保留为默认值。

备注

当 LOOP_BW_SEL 为 R 或 L 时，需要一个外部 470nF 环路滤波器电容器。

表 3-13. 环路带宽表

数据速率 (Gbps)	LOOP_BW_SEL	外部电容器	覆盖和寄存器 0x23[6:7]	目标 CDR 环路带宽 (0.2 UI 正弦抖动)
11.88	H	否	11	7MHz
	F	否	01	7MHz
	R	是	10	700kHz
	L	是	00	350kHz
5.94	H	否	11	7MHz
	F	否	01	7MHz
	R	是	10	600kHz
	L	是	00	300kHz
2.97	H	否	11	5MHz
	F	否	01	5MHz
	R	是	10	460kHz
	L	是	00	230kHz
1.485	H	否	11	3MHz
	F	否	01	3MHz
	R	是	10	240kHz
	L	是	00	120kHz
0.27	H	否	11	800kHz
	F	否	01	800kHz
	R	是	10	50kHz
	L	是	00	30kHz

表 3-14. 覆盖 LOOP_BW_SEL 引脚

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	24	80	80	//覆盖 Loop_BW_SEL 引脚。
RAW	23	00	C0	//将 Loop_BW_SEL 设置为 L 模式。 需要外部 470nF 滤波电容器。
RAW	23	60	C0	//将 Loop_BW_SEL 设置为 R 模式。 需要外部 470nF 滤波电容器。
RAW	23	80	C0	//将 Loop_BW_SEL 设置为 F 模式
RAW	23	C0	C0	//将 Loop_BW_SEL 设置为 H 模式

3.7 选择性 SMPTE 数据速率锁定

默认情况下，LMH12x9 会搜索以锁定到不同的数据速率，从 12G 开始，然后是 6G、3G、HD，最后是 SD。为了减少 CDR 锁定调整搜索时间，用户可以对 LMH12x9 进行编程，以在速率子集内进行搜索。例如，用户可以将起始速率和结束速率分别调整为 6G 和 HD，从而使 LMH12x9 搜索锁定，从 6G 开始，然后是 3G，最后是 HD。

备注

起始速率和结束速率可以设置为相同的值。

表 3-15. 启用选择性 SMPTE CDR 数据速率锁定

寄存器	功能
寄存器 0x7E[7]	保留
寄存器 0x7E[6:4]	//寄存器 0x7E[6:4] = 3'b000 将 CDR 锁定搜索结束速率设置为 11.88Gbps
	//寄存器 0x7E[6:4] = 3'b001 将 CDR 锁定搜索结束速率设置为 5.94Gbps
	//寄存器 0x7E[6:4] = 3'b010 将 CDR 锁定搜索结束速率设置为 2.97Gbps
	//寄存器 0x7E[6:4] = 3'b011 将 CDR 锁定搜索结束速率设置为 1.485Gbps
	//寄存器 0x7E[6:4] = 3'b100 将 CDR 锁定搜索结束速率设置为 270Mbps
寄存器 0x7E[3]	保留
Reg 0x7E[2:0]	//寄存器 0x7E[2:0] = 3'b000 将 CDR 锁定搜索起始速率设置为 11.88Gbps
	//寄存器 0x7E[2:0] = 3'b001 将 CDR 锁定搜索起始速率设置为 5.94Gbps
	//寄存器 0x7E[2:0] = 3'b010 将 CDR 锁定搜索起始速率设置为 2.97Gbps
	//寄存器 0x7E[2:0] = 3'b011 将 CDR 锁定搜索起始速率设置为 1.485Gbps
	//寄存器 0x7E[2:0] = 3'b100 将 CDR 锁定搜索起始速率设置为 270Mbps

例如，用户可以将搜索的起始速率设置为 12G，将结束速率设置为 270M (默认设置)。

表 3-16. 搜索所有数据速率

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	7E	00	07	//粗略 EQ 搜索起始速率为 12G
RAW	7E	40	70	//粗略 EQ 搜索结束速率为 270M
				切换 ENABLE 引脚

或者，用户可以限制数据速率搜索。

表 3-17. 限制数据速率搜索

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	7E	02	07	//粗略 EQ 搜索起始速率为 3G
RAW	7E	40	70	//粗略 EQ 搜索结束速率为 270M
				切换 ENABLE 引脚

3.7.1 数字静默基准阈值

在某些应用中，用户可能希望限制电缆长度以实现均衡。这是通过静默基准阈值来实现的。如果电缆 EQ 索引超过静默基准阈值 2，则 LMH12x9 会自动使 OUT0/OUT1 静默。

表 3-18. 禁用静默基准

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	30	3F	3F	//将 MUTERef 值设置为 0x3F。 0x3F 是可能的最大粗略 EQ 调整值，因此输出绝不会自动静默

表 3-19. 启用静默基准

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	30	00	3F	//将 MUTERef 值设置为 0x00。调整后的 CTLE 索引 2h 或更大会使 OUT0 和 OUT1 静默

3.7.2 CTLE 索引检查和手动 CTLE 覆盖

有一个寄存器可以读取，用于确定给定输入电缆长度的调整后 CTLE 索引。

表 3-20. 检查 CTLE 索引

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	9C	xx	3F	//从自适应电缆 EQ 回读最终 CTLE 索引

如果用户以非 SMPTE 数据速率（例如 125Mbps MADI）发送，用户可以手动设置 CTLE 索引。下面列出了执行此操作所需的步骤。

表 3-21. 覆盖 CTLE 索引

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	9C	3F	3F	//从自适应电缆 EQ 回读最终 CTLE 索引
RAW	16	80	80	//启用手动 CTLE 索引选择
RAW	16	00	7F	//将 CTLE 索引设置为最小值
RAW	16	37	7F	//将 CTLE 索引设置为最大值

备注

如果所选输入端没有信号，则 LMH12x9 自动静默。

3.8 眼图张开度监视操作

LMH12x9 有一个片上眼图张开度监视器 (EOM)，可用于分析、监视和诊断链路性能。EOM 在均衡化后的波形上运行（在时钟恢复器之前）。因此，EOM 可捕捉接收器内所有均衡电路的效果。

EOM 可在一个单位时间间隔的时窗和一个跨越幅度达 $\pm 400\text{mV}$ 的可配置电压范围内监视均衡化后的波形。时窗和电压范围可分为 64 个步长，这样一来，眼图捕捉可生成 64×64 命中点矩阵，其中每个点代表一个与主数据采样器相关的特定电压和相位偏移。每个点记录的命中点数需要与对应电压和相位偏移处观测到的总位数相关联，从而确定该点对应的概率。

3.8.1 快速 EOM

快速 EOM 是一种机制，通过读取 64×64 点矩阵中每个点观察到的命中点，提供了一个通过 SPI 或 SMBus 接口读出 EOM 的选项。SPI 以比 SMBus 接口更快的时钟速率运行，因此 SPI 控制器必须等到 EOM 启动位（即寄存器 0x67[0]）变为低电平。该位指示 EOM 样本可用，SPI 控制器可以继续读取寄存器 0x68 和 0x69。有关如何根据快速 EOM 过程中捕捉的原始数据构建眼图的更多信息，请查看我们在 EOM 上的一些 TI 内容。

3.8.1.1 快速 EOM 操作

以下步骤使用快速 EOM 对 64×64 矩阵执行眼图捕捉。

表 3-22. 眼图张开度监视器 (EOM)

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	FF	//选择共享寄存器页面
RAW	0B	02	02	//强制启用 VCO 时钟以启用 EOM 计数
RAW	FF	04	FF	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	64	00	80	//将 EOM 断电设置为 0
RAW	65	40	40	//启用快速 EOM
RAW	67	01	01	//自清除位以启动 EOM
RAR	67	00	01	//等待 0x67[0] 清除为 0
RAW	64	00	40	//缩放 EOM 范围 - 自定义缩放
RAW	64	30	30	//12.5mV 阶跃图 800mVpp 将 0x64[4:5] 设置为 11
RAR	68/69	xx	00	//读取寄存器 0x68，然后读取 0x69 并丢弃内容
RAR	68/69	xx	00	//读取寄存器 0x68，然后读取 0x69 并丢弃内容
RAR	68	xx	FF	//读取单元的 MSB 并保存眼图命中点数
RAR	69	xx	FF	//读取单元的 LSB 并保存眼部命中点数
				//再执行以上两条命令 4095 次（共 4096 个单元）
RAW	64	80	80	//将 EOM 断电

3.8.2 读取水平和垂直眼图张开度

EOM 常用于测量水平和垂直眼图张开度。水平眼图张开度 (HEO) 代表均衡化后的眼图在过零点处的宽度，通常以单位时间间隔或皮秒 (ps) 为单位测量。垂直眼图张开度 (VEO) 代表均衡化后的眼图高度，在眼图平均过零点中间测量。该位置对应的时间与 CDR 采样阶段相近。

LMH12x9 产生两个读数来指示线路信号质量。主机处理器可以读取这些参数，或者如果 HEO/VEO 达到预定阈值，则可以选择 LMH12x9 造成中断。请参阅下面的公式将 HEO 读数转换为 UI (单位时间间隔) 眼图张开度。

$$\text{HEO} = (\text{Decimal Reg } 0x6A) / 64 \quad (1)$$

例如，如果 HEO 读数为 0x31 (十进制的 49)，则 HEO UI 眼图张开度为 $49/64 = 0.77 \text{ UI}$ 。这意味着 HEO 大约打开 77%。

同样，VEO 也有 64 步。芯片自动覆盖 $\pm 400\text{mV}$ ，因此每一步为 $800/64$ ，即 12.5mV 。请参阅下面的公式将 VEO 读数转换为电压测量值。

$$\text{VEO in mV} = (\text{Decimal Reg } 0x6B) \times 12.5 \quad (2)$$

例如，如果 VEO 读数为 0x50 (十进制的 32)，则相当于 $32 \times 12.5\text{mV} = 800\text{mV}$ 垂直眼图张开度。

表 3-23. 水平和垂直眼图张开度 (HEO 和 VEO)

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	0B	02	02	//强制启用 VCO 时钟以启用 EOM 计数
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	64	00	80	//将 EOM 断电设置为低电平，从而启用 EOM
RAW	64	00	40	//缩放 EOM 范围 - 自定义缩放
RAW	64	30	30	//12.5mV 阶跃
RAW	65	00	40	//禁用快速 EOM
RAW	67	02	02	//启用 eom_get_heo_veo 以启动 HEO/VEO 捕捉
RAW	FF	00	80	//选择共享寄存器页面
RAW	0B	00	02	//强制禁用 VCO 时钟以禁用 EOM 计数
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	64	80	80	//将 EOM 捕捉断电
RAR	6A	FF	FF	//读取 8 位 HEO
RAR	6B	FF	FF	//读取 8 位 VEO
RAR	67	18	18	//读取寄存器 0x67[4:3] 以设置 vrange

3.9 SDI_OUT±、OUT0± 和 OUT1± 默认工作模式

默认情况下，OUT_CTRL 引脚（引脚 19）控制 OUT0±/SDI_OUT± 和 OUT1± 模式行为。要覆盖该引脚，请设置以下寄存器配置。

表 3-24. 覆盖 OUT_CTRL

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	40	40	//覆盖 OUT_CTRL 引脚。通过寄存器控制确定输出模式。

当 0x53[6] 为“1”时，0x53[5:4] 会覆盖 OUT_CTRL 引脚上的选择。

表 3-25. OUT_CTRL 设置

寄存器 0x53[5:4]	OUT0±、SDIOUT±	OUT1±
00	启用电缆 EQ (CTLE、DFE)，旁路掉时钟恢复器。	启用电缆 EQ (CTLE、DFE)，旁路掉时钟恢复器。
01	启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器	如果数据速率 ≤ 2.97Gbps，则为全速率恢复时钟。如果数据速率 > 2.97Gbps，则为 297MHz 恢复时钟
10	启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器	启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器
11	启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器	启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器

以下示例可用作设置 OUT0±/SDI_OUT± 和 OUT1± 配置的模板：

表 3-26. 覆盖 OUT_CTRL 设置

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	40	40	//覆盖 OUT_CTRL 引脚。通过寄存器控制确定输出模式。
RAW	53	00	30	//L 模式：启用旁路，仅限调试。OUT0、SDI_OUT 和 OUT1：启用均衡数据、电缆 EQ (CTLE、DFE)，旁路掉时钟恢复器
RAW	53	10	30	//R 模式：启用 OUT0 和 SDI_OUT：启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器 OUT1：如果数据速率 ≤ 2.97Gbps，则为全速率恢复时钟。如果数据速率 > 2.97Gbps，则为 297MHz 恢复时钟
RAW	53	20	30	//F 模式：启用正常运行 OUT0、SDI_OUT 和 OUT1：启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器
RAW	53	30	30	//H 模式：启用正常运行 OUT0、SDI_OUT 和 OUT1：启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器

3.9.1 SDI_OUT±、OUT0± 和 OUT1± 独立控制

LMH12x9± 可独立控制 SDI_OUT±、OUT0± 和 OUT1±。所有三个输出的可能输出都是 10MHz 时钟，这要求在共享页面中进行覆盖，以选择 10MHz 时钟作为输出、原始数据、时钟恢复数据和静默。有关更简单的输出配置方法，请参阅下面的寄存器写入值和 LMH1239EVM GUI。

要输出 10MHz 时钟，LMH12x9 信号检测必须在所选输入端检测到有效信号。

表 3-27. SDI_OUT± 10MHz 时钟

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	0C	80	80	//在输出上选择 10MHz 时钟，而不是 VCO/40 速率时钟
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	02	03	//在 SDI_OUT± 上启用 10MHz 时钟输出

表 3-28. SDI_OUT± 原始数据

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	00	03	//在 SDI_OUT± 上输出原始数据 (仅限 EQ)

表 3-29. SDI_OUT± 时钟恢复数据

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	01	03	//在 SDI_OUT± 上输出时钟恢复数据 (仅在锁定条件下有效)

表 3-30. OUT0± 原始数据

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	00	E0	//在 OUT0± 上输出原始数据 (仅限 EQ)

表 3-31. OUT0± 静默

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	E0	E0	//静默 OUT0±

表 3-32. OUT0± 时钟恢复数据

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	02	02	//启用独立输出控制覆盖
RAW	54	20	E0	//在 OUT0± 上输出时钟恢复数据 (仅在锁定条件下有效)

要输出 10MHz 时钟，LMH12x9 信号检测必须在所选输入端检测到有效信号。但是，LMH12x9 不需要锁定。SDI_OUT± 无需为 OUT0± 输出 10MHz 时钟即可输出 10MHz 时钟。要为 OUT1± 设置独立输出控制设置，请参阅寄存器映射和 EVM GUI。

表 3-33. OUT0± 10MHz 时钟

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	0C	80	80	//在输出上选择 10MHz 时钟，而不是 VCO/40 速率时钟
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	53	62	72	//启用独立输出控制覆盖并确保 CDR 和 EQ 块正常运行
RAW	54	A0	E0	//在 OUT0± 上输出 10MHz

3.10 反转 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 数据极性

为了方便布局，所有输出都可以反转。

表 3-34. OUT0± 极性反转

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	34	80	80	//反转 OUT0± 驱动器极性

表 3-35. OUT1± 极性反转

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	36	80	80	//反转 OUT1± 驱动器极性

表 3-36. SDI_OUT± 极性反转

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	3F	01	01	//反转 SDI_OUT± 驱动器极性

3.11 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 驱动器设置

LMH12x9 具有 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 的可编程输出驱动器设置。寄存器控制可用于设置 VOD (电压输出差分) 和使输出断电。

3.11.1 OUT0± 和 OUT1±VOD 设置

OUT0± 和 OUT1± 100Ω 驱动器具有 410mVpp 至 810mVpp 的可编程峰间值设置。在默认模式下, 输出电压设置由 VOD_DE 引脚决定。覆盖该引脚设置可通过寄存器控制输出 VOD 设置。

表 3-37. OUT0± VOD 设置

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	33	08	08	//覆盖 OUT0± 的 VOD 引脚
RAW	33	00	07	//将输出 VOD 设置为 000'b (典型值为 410mVpp)
RAW	33	02	07	//将输出 VOD 设置为 010'b (典型值为 560mVpp)
RAW	33	04	07	//将输出 VOD 设置为 100'b (典型值为 635mVpp)
RAW	33	06	07	//将输出 VOD 设置为 110'b (典型值为 810mVpp)

表 3-38. OUT1± VOD 设置

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	35	08	08	//覆盖 OUT1± 的 VOD 引脚
RAW	35	00	07	//将输出 VOD 设置为 000'b (典型值为 410mVpp)
RAW	35	02	07	//将输出 VOD 设置为 010'b (典型值为 560mVpp)
RAW	35	04	07	//将输出 VOD 设置为 100'b (典型值为 635mVpp)
RAW	35	06	07	//将输出 VOD 设置为 110'b (典型值为 810mVpp)

3.11.2 OUT0± 和 OUT1± 去加重设置

LMH12x9± 为 OUT0± 和 OUT1 提供 Tx 均衡去加重功能。默认情况下, 根据 VOD_DE 引脚设置为 OUT0± 和 OUT1± 应用去加重值。

默认去加重设置可通过寄存器控制进行覆盖。

表 3-39. OUT0± 和 OUT1± 去加重设置

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	34	10	10	//覆盖 OUT0± 的 VOD_DEM_SEL 引脚的去加重控制
RAW	34	00	07	//OUT0 去加重设置为 0.0dB
RAW	34	02	07	//OUT0 去加重设置为 -1.0dB
RAW	34	04	04	//OUT0 去加重设置为 -2.4dB
RAW	34	06	06	//OUT0 去加重设置为 -6.1dB
RAW	36	10	10	//覆盖 OUT1± 的 VOD_DEM_SEL 引脚的去加重控制
RAW	36	00	07	//OUT1± 去加重设置为 0.0dB
RAW	36	02	07	//OUT1± 去加重设置为 -1.0dB
RAW	36	04	04	//OUT1± 去加重设置为 -2.4dB
RAW	36	06	06	//OUT1± 去加重设置为 -6.1dB

3.11.3 SDI_OUT± VOD 设置

SDI_OUTR± 75 Ω 驱动器的可编程峰间电压设置范围为 720mVp-p 至 880mVp-p。默认情况下，基准 VOD 振幅由寄存器控制确定，并且输出也会根据 SDI_VOD 引脚设置以 ±5% 或 +10% 的步长变化。图 3-1 展示了 SDI_OUT VOD 设置的控制逻辑。

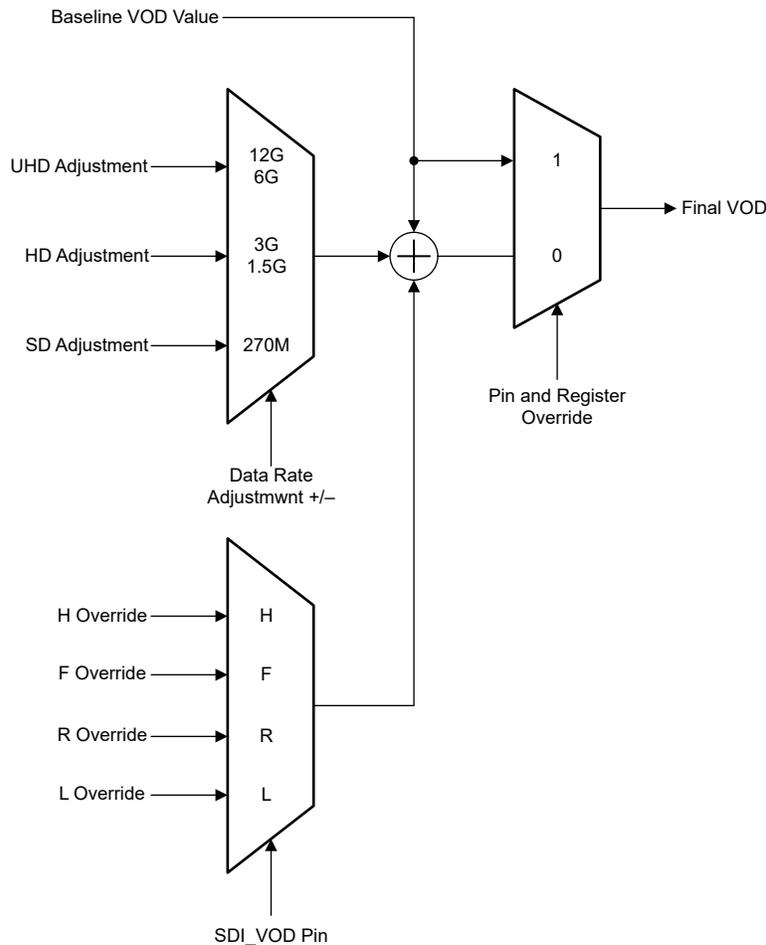


图 3-1. SDI VOD 振幅控制逻辑方框图

要在 SDI_OUT± VOD 中应用基准增加，用户可以覆盖 SDI_VOD 引脚，并应用 VOD 减小至标称值的 -5% 和增加至标称 VOD 的 +10%。

表 3-40. SDI_OUT± VOD 设置

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	FA	20	20	//覆盖 SDI_OUT± 的 SDI_VOD 引脚设置。
RAW	FA	18	18	//将基准 SDI_OUT± 输出 VOD 设置为标称值的大约 +5%。
RAW	FA	10	18	//将基准 SDI_OUT± 输出 VOD 设置为大约 800mVpp (标称值) 。
RAW	FA	08	18	//将基准 SDI_OUT± 输出 VOD 设置为标称值的大约 +10%。
RAW	FA	00	18	//将基准 SDI_OUT± 输出 VOD 设置为标称值的大约 -5%。

VOD 调整旋钮用于根据速率增加或减小 LMH12x9 的基准 VOD。速率和关联的 VOD 寄存器为：使用 EQ/驱动器寄存器 0x3A 调整的 UHD (11.88Gbps 和 5.94Gbps)、使用 EQ/驱动器寄存器 0x3B 调整的 HD (2.97Gbps 和 1.485Gbps) 和使用 EQ/驱动器寄存器 0x3C 调整的 SD (270Mbps)。

表 3-41. 数据速率相关 VOD 调整

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAR	3A	xx	1F	//读取并存储 UHD 的 VOD 调整值
RAW	3A	00	20	//当 0x3A[5] = 0 时设置与 (+) VOD 相加，或者当 0x3A[5] = 1 时设置从 (-) VOD 减去
RAW	3A	xx	1F	//0x3A[4:0] 从默认值每增加一个单元便对应于 VOD 相对于基准变化 6mV

备注

LMH12x9 经过优化，因此默认基准 VOD 振幅标称值为 800mVp-p。每一步增加或减小均对应于每步约 4mV 至 6mV。

3.11.4 SDI_OUT± 预加重

默认情况下，预加重值根据集成时钟恢复器检测到的数据速率应用于 SDI 输出。预加重值在 EQ/驱动器页面寄存器 0x3F[6:5] 中确定。用户可通过启用 0x3F[7] 来设置 UHD 和 HD 数据速率的预加重值。或者，在 0x3F[7] 为 0 时，用户可通过为 UHD 启用 0x3F[4] 或为 HD 启用 0x3F[3]，根据速率设置预加重。

表 3-42. SDI_OUT± 预加重

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	3F	80	80	//为 UHD 和 HD 数据速率启用预加重
RAW	3F	xx	60	//选择预加重值
RAW	3F	08	08	//为 HD 启用预加重
RAW	3F	10	10	//为 UHD 启用预加重

3.11.5 输出驱动器断电

LMH12x9 OUT0±、OUT1± 和 SDI_OUT± 电流模式在运行时输出大电流。可以在这些输出未使用时对其断电以节省能源。

可以通过覆盖寄存器控制中的 OUT0_SEL 引脚对 OUT0± 断电。

表 3-43. OUT0± 断电

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	34	40	40	//覆盖 OUT0± 断电控制
RAW	34	20	20	//强制 OUT0± 断电

可以通过覆盖寄存器控制中的 OUT0_SEL 引脚对 OUT1± 断电。

表 3-44. OUT1± 断电

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	36	40	40	//覆盖 OUT1± 断电控制
RAW	36	20	20	//强制 OUT1± 断电

表 3-45. SDI_OUT± 断电

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择共享寄存器页面
RAW	38	80	80	//覆盖 SDI_OUT± 断电控制
RAW	38	40	40	//强制 SDI_OUT± 断电

3.11.6 电缆故障检测 (CFD)

电缆故障检测 (CFD) 状态机可用于验证 SDI_OUT+ 是开路 (故障) 还是由 75 Ω 端接。当 CFD 启动时, 如果电缆端接, 则 EQ/驱动器寄存器 0xAC[3] 会被置为有效, 否则置为无效。

表 3-46. 电缆端接检测程序

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	A8	00	80	//禁用 CFD 旁路
RAW	A8	00	20	//确保未禁用 CFD
RAW	A8	40	40	//开始电缆故障检测 (CFD)
RAR	AC	08	08	//0xAC[3]= 0 - SDI_OUT+ 开路, 0xAC[3] = 1 - SDI_OUT+ 已端接 75 Ω

此外, 可以利用 CFD 状态机估算 SDI_OUT+ 末端接输出端的电缆长度。验证电缆长度是否开路 (0xAC[3] = 0) 后, 可以使用以下公式计算末端接电缆长度:

$$\frac{\text{Decimal}[(\text{AC}[2:0] \text{ 'b MSB}) (\text{AD}[7:0] \text{ 'b LSB})]}{0.75} = \text{Typical B1694A cable length (m)} \quad (3)$$

备注

0xAC[2:0] 和 AD[7:0] 构成 11 位二进制值, 分母根据电缆类型或插入损耗而发生变化。

表 3-47. 电缆故障检测程序

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	A8	40	40	//开始电缆故障检测 (CFD)
RAR	AC	xx	0F	//从 0xAC 的位 [2:0] 读取 SDI_OUT+ 电缆长度 MSB。另外, 0xAC[3] = 0
RAR	AD	xx	FF	//从 0xAD 的位 [7:0] 读取 SDI_OUT+ 电缆长度 LSB

3.12 LOCK_N 引脚输出设置

LOCK_N 引脚上的所有输出均为低电平有效。

表 3-48. 时钟恢复器的锁定状态或电缆 EQ 调整状态

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	06	00	C0	//设置 LOCK_N 引脚以输出 CDR 锁定状态
RAW	06	80	C0	//设置 LOCK_N 引脚以输出电缆 EQ 调整状态
RAW	06	C0	C0	//设置 LOCK_N 引脚以输出电缆 EQ 调整状态和锁定监视器的状态

3.12.1 由中断寄存器编程的中断输出

以下示例可以将所有可能中断设置为 LOCK_N 引脚的输出。中断被视为逻辑或函数，因此如果至少发生一个中断，LOCK_N 引脚将置为低电平。

表 3-49. 由中断寄存器编程的中断输出

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	30	30	//中断在 LOCK_N 引脚上输出，由寄存器设置确定
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	7F	40	40	//在实现 CDR 锁定时启用中断
RAW	7F	20	20	//在 SDI_IN1± 信号检测置为有效时启用中断
RAW	7F	10	10	//在 SDI_IN± 信号检测置为有效时启用中断
RAW	7F	08	08	//在 SDI-OUT+ 检测到端接时启用中断
RAW	7F	04	04	//在 CDR 失锁时启用中断
RAW	7F	02	02	//在 SDI_IN1± 上出现信号丢失 (LOS) 时启用中断
RAW	7F	01	01	//在 SDI_IN± 上出现信号丢失 (LOS) 时启用中断

备注

中断是粘滞位。要清除中断，从而清除 LOCK_N 引脚，用户必须读取 CDR 寄存器页面寄存器 0x7E 中的相应位。例如，如果寄存器 0x7F[6] = 1 以启用 CDR 锁定中断，则中断将保持置位状态，直到读取寄存器 0x7E[6] 以清除中断。

表 3-50. 由中断寄存器编程的中断输出

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAR	7E	40	40	//在实现 CDR 锁定时读取中断
RAR	7E	20	20	//在 SDI_IN1± 信号检测置为有效时读取中断
RAR	7E	10	10	//在 SDI_IN± 信号检测置为有效时读取中断
RAR	7E	08	08	//在 SDI-OUT+ 检测到端接时读取中断
RAR	7E	04	04	//在 CDR 失锁时读取中断
RAR	7E	02	02	//在 SDI_IN1± 上出现信号丢失 (LOS) 时读取中断
RAR	7E	01	01	//在 SDI_IN± 上出现信号丢失 (LOS) 时读取中断

3.13 PRBS 生成器和校验器

LMH12x9 可配置为输出 PRBS-7、PRBS-9、PRBS-23 和 PRBS-31。根据选择的 PRBS 多项式和极性，在加载初始种子后生成数据。生成的 32 位数据由串行器时钟读取。该模式可以输出到 SDI_OUT±、OUT0± 和/或 OUT1±。

表 3-51. PRBS 生成器

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	2C	80	C0	//通过启用 VCO_PD 覆盖并将 0 写入 VCO_PD 来启用 VCO
RAW	45	88	CE	//启用 PFD
RAW	41	80	C0	//启用解串器
RAW	3F	00	20	//启用 PDIQ
RAW	3F	00	07	//选择 VCO 标量分频器
				//Reg0x3F[2:0] = 3'b000 全速率
				//Reg0x3F[2:0] = 3'b001 2 分频
				//Reg0x3F[2:0] = 3'b010 4 分频
				//Reg0x3F[2:0] = 3'b011 8 分频
				//Reg0x3F[2:0] = 3'b100 40 分频
RAW	3F	08	08	//启用 PDIQ 覆盖
RAW	3F	48	48	//启用 PDIQ PD 覆盖
RAW	54	80	E0	//Reg0x54[7:5]= OUT0 上的 3'b100 PRBS 数据
		10	1C	//Reg0x54[4:2]= OUT1 上的 3'b100 PRBS 数据
		03	03	//Reg0x54[1:0]= SDI_OUT 上的 2'b11 PRBS 数据
RAW	53	02	02	//覆盖独立输出控制
RAW	40	20	20	//启用串行器
RAW	82	40	40	//允许串行器时钟驱动 PRBS-core
RAW	FF	05	07	//选择 EQ/驱动器寄存器页面
RAW	34	40	40	//禁用 TX0 断电功能
RAW	36	40	40	//禁用 TX1 断电功能
RAW	38	80	80	//禁用 SDI_OUT± 断电功能
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	0C	04	04	//将串行器时钟保持在复位状态
RAW	0B	04	04	//启用串行器时钟
RAW	0C	00	04	//使串行器时钟退出复位状态
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	79	00	30	//Reg0x79[5:4] = 2'b00 PRBS7
		10	30	//Reg0x79[5:4] = 2'b01 PRBS9
		20	30	//Reg0x79[5:4] = 2'b10 PRBS23
		30	30	//Reg0x79[5:4] = 2'b11 PRBS31
RAW	7A	00	01	//在生成的数据上不强制极性反转
RAW	79	02	02	//将逻辑设置为 PRBS 生成器

表 3-51. PRBS 生成器 (续)

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	79	01	01	//启用 PRBS 功能
RAW	FF	00	07	//选择共享寄存器页面
RAW	FE	08	0C	//覆盖 OUT0±

在生成器模式下对 LMH12x9 进行编程时，器件能够生成无错误的 PRBS。通过翻转所生成数据中的一位，可以向生成的数据注入一位错误。用户可以通过设置自清除注入位将错误分配到 32 个位之一。执行此操作后，输出数据将携带一位错误。

表 3-52. 位错误注入

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	82	xx	1F	//0x82[4:0]= 5'bxxxxx 选择 32 位地址以注入单个位错误
RAW	82	20	20	//触发 PRBS 生成器，只在生成的数据流中注入一位错误。自清除。

如果模块设置为检查 PRBS，则传入的解串器数据首先作为种子加载到器件中。根据状态机选择的 PRBS 多项式和极性，器件生成一个新值，并在下一个数据时钟周期将此值与解串器数据进行比较。对 64 个时钟周期重复执行此过程，如果来自器件的数据与所有 64 个时钟周期中的解串器数据匹配，状态机 (SM) 将声明 PRBS-lock，这意味着 SM 在传入的数据中找到匹配的 PRBS 多项式。否则，SM 会切换至测试相反极性，然后测试另一个多项式。重复此过程，直到 SM 找到 PRBS 锁定。但是，如果传入的信号与任何受支持 PRBS 多项式均不匹配，此过程将一直持续。

表 3-53. PRBS 校验器

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	40	20	20	//初始化时钟信号以进行 PRBS 检查
RAW	82	40	40	//初始化时钟信号以进行 PRBS 检查
RAW	82	00	40	//初始化时钟信号以进行 PRBS 检查
RAW	40	00	20	//初始化时钟信号以进行 PRBS 检查
RAW	8B	00	80	//关闭下电上电
RAW	82	80	80	//允许解串器时钟驱动 PRBS-core
RAW	79	04	04	//将逻辑设置为 PRBS 校验器
RAW	79	10	10	//启用 PRBS 功能
RAR	73		0F	//读取 PRBS_PATT_DET 以检测正在提供哪个 PRBS
				//寄存器 0x73[3:0] = 检测到 4'b1000 PRBS-31
				//寄存器 0x73[3:0] = 检测到 4'b0100 PRBS-23
				//寄存器 0x73[3:0] = 检测到 4'b0010 PRBS-9
				//寄存器 0x73[3:0] = 检测到 4'b0001 PRBS-7
RAR	74		07	//读取 11 位宽错误总和的高三位。最大总错误数为 2047。
				//Reg0x74[2:0] = 3'bxxx
RAR	75		FF	//读取 11 位宽错误总和的低八位
				//Reg0x75[7:0] = 8'bxxxxxxx

3.14 CDR 锁定定时控制

CDR 页面寄存器 0x89 可用于在 SDI_IN 或 SDI_IN1 的信号检测置位后延迟 CDR 锁定的开始。当传入信号最初不稳定，需要几毫秒时间才能稳定时，此功能特别有用。

表 3-54. CDR 锁定延迟

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	89	18	18	//将延迟设置为 4ms
RAW	89	10	18	//将延迟设置为 2ms
RAW	89	08	18	//将延迟设置为 1ms
RAW	89	00	18	//将延迟设置为 0ms

3.14.1 看门狗计时器

此外，当 CDR page_0x89[7] 置为有效时，会实施看门狗计时器以在进入 CDR 旁路模式之前延长器件锁定时间。CDR page 0x89[6:5] 的值决定计时器的长度（以 ms 为单位）。当该计时器到期两次时，LMH12x9 进入 CDR 旁路模式。

表 3-55. 启用 CDR 重新锁定尝试

命令	寄存器	值	MASK	//注释
RAW	FF	04	07	//选择 CDR 寄存器页面
RAW	89	xx	60	//CDR 重新锁定功能的计时器值 2'd0 : 32ms 2'd1 : 36ms 2'd2 : 44ms 2'd3 : 60ms
RAW	89	80	80	//启用计时器以在不启用旁路的情况下重新启动 CDR

4 寄存器映射

LMH1239 寄存器集分为以下三个寄存器页面：共享寄存器页面、CDR 寄存器页面和 EQ/驱动器寄存器页面。

节 4.1、节 4.2 和 节 4.3 中给出的寄存器映射提供了以下信息：

- 8 位寄存器地址 (十六进制格式)
- 位在每个寄存器中的位置
- 用于标识寄存器功能的字段名称
- 上电时的默认寄存器值 (十六进制格式)
- 每个位的类型：
 - R = 只读
 - RW = 读取/写入
 - RW1C = 读取/写入 1 以进行清除
- 位功能说明
 - 以十进制和二进制表示的位值表示法 (例如 : 3'd3 == 3'b011)

请注意以下有关 LMH1239 寄存器映射中默认寄存器值的说明：

- 默认寄存器值是在上电后没有有效输入施加到 SDI_IN 或 SDI_IN1 的情况下读取的。
- 保留的“只读”位的默认寄存器值会因器件的不同而发生变化

4.1 共享寄存器

表 4-1 列出了共享寄存器的存储器映射寄存器。表 4-1 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 4-1. 共享寄存器

偏移	首字母缩写词	寄存器名称	部分
4h	Reset_Share	RST_SHR	节 4.1.1
Bh	VCO_Clock_Divider	VCO_DIV	节 4.1.2
Ch	Clock_Control	CLK_CTRL	节 4.1.3
E2h	Reset_Channel	CH_RST	节 4.1.4
FAh	Transmitter_VOD_Control	TX_VOD	节 4.1.5
FEh	Input_Mux_Selection	IN_MUX	节 4.1.6
FFh	Channel_Selection	CH_SEL4	节 4.1.7

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 4-2 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 4-2. 共享访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
W1C	W 1C	写入 1 以清零
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

4.1.1 Reset_Share 寄存器 (偏移 = 4h) [复位 = 05h]

表 4-3 展示了 Reset_Share。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于复位共享页面寄存器。

表 4-3. Reset_Share 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	rst_i2c_regs	R/W1C	0h	复位共享寄存器。在复位操作之后自清除
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	1h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	1h	

4.1.2 VCO_Clock_Divider 寄存器 (偏移 = Bh) [复位 = 00h]

表 4-4 展示了 VCO_Clock_Divider。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于强制启用 VCO 时钟分频器。

表 4-4. VCO_Clock_Divider 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	clk_vco_en	R/W	0h	设置为 1 时强制启用 VCO-DIV 时钟，从而覆盖状态机控制
0	RESERVED	R	0h	

4.1.3 Clock_Control 寄存器 (偏移 = Ch) [复位 = 00h]

表 4-5 展示了 Clock_Control。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于选择输出为 10 MHz 或 VCO 40 分频时钟 (VCO/40)，具体取决于 ana_reset_control 位 2 中的值。请参阅 Output_Selection 了解输出控制。

表 4-5. Clock_Control 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	out_pfd_mux_clk_sel	R/W	0h	进行相应的 PFD mux 选择时，选择哪个时钟进入 OUT0 或 OUT1： 1'b0 = 模拟 VCO 40 分频时钟，未滤波 1'b1 = 10MHz 时钟
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.1.4 Reset_Channel 寄存器 (偏移 = E2h) [复位 = 00h]

表 4-6 展示了 Reset_Channel。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于从内部状态机重新初始化默认寄存器值。

表 4-6. Reset_Channel 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	reset_done	R	0h	1'b0 = 内部状态机寄存器初始化未完成 1'b1 = 内部状态机寄存器初始化完成
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	

表 4-6. Reset_Channel 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	reset_init	R/W	0h	1'b1 = 初始化内部状态机寄存器设置

4.1.5 Transmitter_VOD_Control 寄存器 (偏移 = FAh) [复位 = 00h]

表 4-7 展示了 Transmitter_VOD_Control。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 ENABLE 和 SDI_VOD 引脚。

表 4-7. Transmitter_VOD_Control 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	mr_enable_ov_en	R/W	0h	当为 1 时, ENABLE 引脚由 mr_enable_ov 覆盖
6	mr_enable_ov	R/W	0h	当 mr_enable_ov_en 为 1 时覆盖 ENABLE 引脚
5	sdi_vod_ov_en	R/W	0h	当为 1 时, SDI_VOD 由共享 reg_FAh 中的 mr_sdi_vod[1] 和 mr_sdi_vod[0] 配置。替换引脚 SDI_VOD
4	mr_sdi_vod_1	R/W	0h	当 sdi_vod_ov_en 为 1 时, 替换引脚 SDI_VOD 中的设置: 2'b00 = 大约为标称值的 -5% 2'b01 = 大约为标称值的 +10% 2'b10 = 800mVpp (标称值) 2'b11 = 大约为标称值的 +5%
3	mr_sdi_vod_0	R/W	0h	参见 MSB
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.1.6 Input_Mux_Selection 寄存器 (偏移 = FEh) [复位 = 00h]

表 4-8 展示了 Input_Mux_Selection。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 IN_MUX_SEL。

表 4-8. Input_Mux_Selection 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	in_mux_sel_ov	R/W	0h	覆盖 IN_MUX_SEL (仅限 LMH1239)
0	in_mux_sel	R/W	0h	1'b1 = 选择的是 SDI_IN 1'b0 = 选择的是 SDI_IN1

4.1.7 Channel_Selection 寄存器 (偏移 = FFh) [复位 = 00h]

表 4-9 展示了 Channel_Selection。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行通道选择和 LOCK_N 引脚输出控制。

表 4-9. Channel_Selection 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	lock_output_ctrl_1	R/W	0h	寄存器 0xFF[5:4] = 2'b01 时控制 LOCK_N 引脚上的输出： 2'b00 = 时钟恢复器中的锁定状态（由 cdr_reg_06h[7:6] 定义） 2'b01 = 均衡器调整完成 2'b10 = 时钟恢复器和均衡器调整完成的锁定状态的逻辑或 2'b11 = 时钟恢复器和均衡器调整完成的锁定状态的逻辑与
6	lock_output_ctrl_0	R/W	0h	请参阅 MSB
5	los_int_bus_sel_1	R/W	0h	控制 LOCK_N 引脚上的输出： 2'b00 = 默认行为（时钟恢复器中的 LOCK_N 输出锁定状态） 2'b01 = LOCK_N 引脚输出状态由 reg_FF[7:6] 确定 2'b10 = 所选输入 LOS 2'b11 = 在 LOCK_N 引脚上输出中断
4	los_int_bus_sel_0	R/W	0h	请参阅 MSB
3	RESERVED	R	0h	
2	en_ch_SMB	R/W	0h	1'b1 = 启用 SMBus 访问 reg_FF[1:0] 中指定的其中一个通道 1'b0 = 启用共享页面寄存器。
1	ensmb_ch_1	R/W	0h	ensmb[1:0] 2'b00 = CDR 寄存器页面 2'b01 = CTLE 寄存器页面 其他值无效。
0	ensmb_ch_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.2 CDR 寄存器

表 4-10 列出了 CDR 寄存器的存储器映射寄存器。表 4-10 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 4-10. CDR 寄存器

偏移	首字母缩写词	寄存器名称	部分
0h	CDR_Page_Reset	CDR_RST	节 4.2.1
6h	CDR_Locked	CDR_LCK	节 4.2.2
23h	Loop_Bandwidth_Control_1	LBW_CTRL1	节 4.2.3
24h	Loop_Bandwidth_Control_2	LBW_CTRL2	节 4.2.4
2Ch	VCO_Control	VCO_CTRL	节 4.2.5
3Fh	分频器	DIV	节 4.2.6
40h	PRBS_Serializer	SER	节 4.2.7
41h	解串器	DES	节 4.2.8
45h	PFD_Overrides	PFD_OV	节 4.2.9
53h	PFD_Driver_Mux	PFD_CTRL	节 4.2.10
54h	Output_Selection	OUT_SEL	节 4.2.11
64h	EOM_Control_1	EOM_CTRL1	节 4.2.12
65h	EOM_Control_2	EOM_CTRL2	节 4.2.13
67h	EOM_Control_4	EOM_CTRL4	节 4.2.14
68h	EOM_Control_5	EOM_CTRL5	节 4.2.15
69h	EOM_Control_6	EOM_CTRL6	节 4.2.16
6Ah	Eye_Opening_Monitor_1	EOM_VEO	节 4.2.17
6Bh	Eye_Opening_Monitor_2	EOM_VEO	节 4.2.18
72h	Rate_Detect	RT_DET	节 4.2.19
73h	PRBS_Detect	PRBS_DET	节 4.2.20
74h	PRBS_Error_Check_1	BEC	节 4.2.21
75h	PRBS_Error_Check_2	BEC1	节 4.2.22
79h	PRBS_Control_1	PRBS_CTRL1	节 4.2.23
7Eh	Interrupt_Status	INT_STAT	节 4.2.24
7Fh	Enable_Interrupts	EN_INT	节 4.2.25
82h	PRBS_Error_Injection	BEI	节 4.2.26
89h	Watchdog_Timer	WT	节 4.2.27
8Bh	POWER_CYCLE	PRBS_CLK	节 4.2.28

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 4-11 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 4-11. CDR 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
W1C	W 1C	写入 1 以清零
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

4.2.1 CDR_Page_Reset 寄存器 (偏移 = 0h) [复位 = 00h]

表 4-12 展示了 CDR_Page_Reset。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于复位 CDR 页面寄存器。

表 4-12. CDR_Page_Reset 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	rst_regs	R/W1C	0h	复位所有 CDR 页面寄存器
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.2 CDR_Locked 寄存器 (偏移 = 6h) [复位 = 00h]

表 4-13 展示了 CDR_Locked。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于查看 CDR 锁定状态。

表 4-13. CDR_Locked 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	cdr_locked_sel_1	R/W	0h	选择使用哪个信号来控制 LOCK_N 引脚： 2'b00 = CDR 锁定状态 2'b01 = 保留 2'b10 = EQ 调整状态 2'b11 = 锁定监视完成状态
6	cdr_locked_sel_0	R/W	0h	请参阅 MSB
5	cdr_pd2_locked	R/W	0h	1'b0 = CDR 未锁定 1'b1 = CDR 已锁定
4	sslms_1done	R/W	0h	1'b0 = 均衡器调整未完成 1'b1 = 均衡器调整完成
3	channel_controller_state_3	R/W	0h	器件状态： 4'd0 = 复位 4'd4 = 等待输入信号 4'd6、4'd7 = 正在进行 CDR 锁定采集 4'd9 = CDR 已锁定且均衡器调整完成 4'd10 = 正在进行均衡器调整 其他值 = 保留
2	channel_controller_state_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	channel_controller_state_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	channel_controller_state_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.2.3 Loop_Bandwidth_Control_1 寄存器 (偏移 = 23h) [复位 = 2Ch]

表 4-14 展示了 Loop_Bandwidth_Control_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器覆盖 LOOP_BW_SEL 引脚。

表 4-14. Loop_Bandwidth_Control_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	reg_loop_bw_sel_1	R/W	0h	当 loop_bw_sel_pin_ov_en 为 1 时，替换 LOOP_BW_SEL 引脚的值
6	reg_loop_bw_sel_0	R/W	0h	请参阅 MSB
5	RESERVED	R	1h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	1h	
2	RESERVED	R	1h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.4 Loop_Bandwidth_Control_2 寄存器 (偏移 = 24h) [复位 = 32h]

表 4-15 展示了 Loop_Bandwidth_Control_2。

返回到[汇总表](#)。

当 reg_23h 中的覆盖功能启用时，该寄存器设置 LOOP_BW_SEL 引脚的值。

表 4-15. Loop_Bandwidth_Control_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	loop_bw_sel_pin_ov_en	R/W	0h	当为 1 时，使用 reg23[7:6] 而不是引脚 LOOP_BW_SEL
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	1h	
4	RESERVED	R	1h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	1h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.5 VCO_Control 寄存器 (偏移 = 2Ch) [复位 = 04h]

表 4-16 展示了 VCO_Control。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 VCO 断电。

表 4-16. VCO_Control 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	vco_PD_ov	R/W	0h	当设置为 1 时，VCO 断电信号由 vco_PD 控制 当设置为 0 时，VCO 断电信号由状态机控制
6	vco_PD	R/W	0h	请参阅 MSB
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	1h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.6 Divider 寄存器 (偏移 = 3Fh) [复位 = 04h]

表 4-17 展示了 Divider。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 PRBS 分频器控制。

表 4-17. Divider 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	pdiq_PD_ov	R/W	0h	当为 1 时，分频器断电信号由 pdiq_PD (位 5) 控制
5	pdiq_PD	R/W	0h	当 pdiq_PD_ov (位 6) 为 1 时控制分频器断电信号
4	RESERVED	R	0h	
3	reg_divsel_ov	R/W	0h	启用位可使用位 [2:0] 中的值覆盖分频器比率
2	pdiq_sel_div_2	R/W	1h	设置位 3 中的覆盖功能时设置标量分频比： 3'b000 = 全速率 3'b001 = 2 分频 3'b010 = 4 分频 3'b011 = 8 分频 3'b100 = 40 分频
1	pdiq_sel_div_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	pdiq_sel_div_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.2.7 PRBS_Serializer 寄存器 (偏移 = 40h) [复位 = 00h]

表 4-18 展示了 PRBS_Serializer。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行串行器控制。

表 4-18. PRBS_Serializer 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	serializer_en	R/W	0h	1'b0 = 禁用串行器块 1'b1 = 启用串行器块
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.8 Deserializer 寄存器 (偏移 = 41h) [复位 = 00h]

表 4-19 展示了 Deserializer。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行解串器断电控制。

表 4-19. Deserializer 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	deser_pd_ov	R/W	0h	当为 1 时，解串器断电信号由 deser_pd (位 6) 控制
6	deser_pd	R/W	0h	当 deser_pd_ov 为 1 (位 7) 时控制解串器断电信号

表 4-19. Deserializer 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.9 PFD_Overrides 寄存器 (偏移 = 45h) [复位 = 10h]

表 4-20 展示了 PFD_Overrides。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于应用时钟和 PFD 覆盖。

表 4-20. PFD_Overrides 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	mr_pfd_pd_ov	R/W	0h	当为 1 时, PFD 断电信号由 mr_pfd_pd (位 6) 控制
6	mr_pfd_pd	R/W	0h	当 mr_pfd_pd_ov (位 7) 为 1 时控制 PFD 断电信号
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	1h	
3	mr_pfd_pd_clk_path_ov	R/W	0h	覆盖以强制重定时器 and 时钟路径断电或上电
2	mr_pfd_pd_ret	R/W	0h	reg_45h mr_pfd_pd_ret_clk_path_ov 为 1 时进行重定时器的断电控制
1	mr_pfd_pd_clk_path_pd	R/W	0h	reg_45h mr_pfd_pd_ret_clk_path_ov 为 1 时进行时钟路径的断电控制
0	RESERVED	R	0h	

4.2.10 PFD_Driver_Mux 寄存器 (偏移 = 53h) [复位 = 20h]

表 4-21 展示了 PFD_Driver_Mux。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 OUT_CTRL 覆盖和独立输出控制覆盖 (PFD)。

表 4-21. PFD_Driver_Mux 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	out_ctrl_ov_en	R/W	0h	当为“1”时, 使用 reg_53h mr_out_ctrl[1] 和 mr_out_ctrl[0] 覆盖 OUT_CTRL 引脚的选择
5	mr_out_ctrl_1	R/W	1h	2'b00 = 启用旁路, 仅限调试。OUT0、SDI_OUT 和 OUT1 发送 启用均衡数据、电缆 EQ (CTLE、DFE), 旁路掉时钟恢复器 2'b01 = 启用 OUT0 和 SDI_OUT 发送 启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器 OUT1 发送 如果数据速率 ≤ 2.97Gbps, 则为全速率恢复时钟。如果数据速率 > 2.97Gbps, 则为 297MHz 恢复时钟 2'b10 = 启用正常运行 OUT0、SDI_OUT 和 OUT1 发送 启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器 2'b11 = 启用正常运行 OUT0、SDI_OUT 和 OUT1 发送 启用恢复数据、电缆 EQ (CTLE、DFE) 和时钟恢复器
4	mr_out_ctrl_0	R/W	0h	请参阅 MSB
3	RESERVED	R	0h	

表 4-21. PFD_Driver_Mux 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
2	RESERVED	R	0h	
1	reg_bypass_pfd_ov	R/W	0h	PFD 输出 MUX 控制覆盖： 1'b0 = 使用 reg_54h 禁用 PFD 输出 MUX 控制 1'b1 = 使用 reg_54h 启用 PFD 输出 MUX 控制
0	RESERVED	R	0h	

4.2.11 Output_Selection 寄存器 (偏移 = 54h) [复位 = FCh]

表 4-22 展示了 Output_Selection。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 OUT0、OUT1 和 SDI_OUT 的独立输出控制。

表 4-22. Output_Selection 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	pfd_sel_mux_out0_2	R/W	1h	设置 reg_bypass_pfd_ov 时 OUT0 的 PFD Mux 选择 OUT0 上的输出： 3'b000 = 原始数据 3'b001 = 重定时数据 3'b010 = 全速率 VCO 时钟 3'b100 = PRBS 数据 3'b101 = 10MHz 时钟或 VCO/40 时钟 (请参阅 VCO_Clock_Divider) 3'b111 = 静默 其他设置无效
6	pfd_sel_mux_out0_1	R/W	1h	请参阅 MSB
5	pfd_sel_mux_out0_0	R/W	1h	请参阅 MSB
4	pfd_sel_mux_out1_2	R/W	1h	设置 reg_bypass_pfd_ov 时 OUT1 的 PFD Mux 选择 OUT0 上的输出： 3'b000 = 原始数据 3'b001 = 重定时数据 3'b010 = 全速率 VCO 时钟 3'b100 = PRBS 数据 3'b101 = 10MHz 时钟或 VCO/40 时钟 (请参阅 VCO_Clock_Divider) 3'b111 = 静默 其他设置无效
3	pfd_sel_mux_out1_1	R/W	1h	请参阅 MSB
2	pfd_sel_mux_out1_0	R/W	1h	请参阅 MSB
1	pfd_sel_cable_mux_1	R/W	0h	设置 reg_bypass_pfd_ov 时 SDI_OUT 的 PFD Mux 选择。 SDI_OUT 上的输出： 2'b00 = 原始数据 2'b01 = 重定时数据 2'b10 = 10MHz 时钟或 VCO/40 时钟 (请参阅 VCO_Clock_Divider) 2'b11 = PRBS 数据
0	pfd_sel_cable_mux_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.2.12 EOM_Control_1 寄存器 (偏移 = 64h) [复位 = F0h]

表 4-23 展示了 EOM_Control_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 EOM 控制。

表 4-23. EOM_Control_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	eom_PD	R/W	1h	EOM 的断电
6	veo_scale	R/W	1h	1'b0 = 基于位 [5:4] 中的手动电压范围设置进行 VEO 调整 1'b1 = 启用自动 VEO 调整
5	eom_sel_vrange_1	R/W	1h	在 veo_scale (位 6) 为 0 时设置预期的传入眼图垂直眼图张开间隔： 2'b00 = 3.125mV (3.125mV × 64 = 200mV ; ±100mV 范围) 2'b01 = 6.25mV (6.25mV × 64 = 400mV ; ±200mV 范围) 2'b10 = 9.375mV (9.375mV × 64 = 600mV ; ±300mV 范围) 2'b11 = 12.5mV (12.5mV × 64 = 800mV ; ±400mV 范围)
4	eom_sel_vrange_0	R/W	1h	请参阅 MSB
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.13 EOM_Control_2 寄存器 (偏移 = 65h) [复位 = 00h]

表 4-24 展示了 EOM_Control_2。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 EOM 控制。

表 4-24. EOM_Control_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	fast_eom	R/W	0h	1'b0 = 禁用快速 EOM 模式 1'b1 = 启用快速 EOM 模式
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.14 EOM_Control_4 寄存器 (偏移 = 67h) [复位 = 00h]

表 4-25 展示了 EOM_Control_4。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 EOM 控制。

表 4-25. EOM_Control_4 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	eom_vrange_setting_1	R	0h	自动 EOM 电压范围粒度的回读结果： 2'b00 = 3.125mV 2'b01 = 6.25mV 2'b10 = 9.375mV 2'b11 = 12.5mV

表 4-25. EOM_Control_4 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3	eom_vrange_setting_0	R	0h	请参阅 MSB
2	RESERVED	R	0h	
1	eom_get_heo_veo	R/W1C	0h	1'b1 = 获取 HEO 和 VEO, 自清零
0	eom_start	R/W1C	0h	1'b1 = 启动 EOM 计数器, 自清零

4.2.15 EOM_Control_5 寄存器 (偏移 = 68h) [复位 = 00h]

表 4-26 展示了 EOM_Control_5。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 EOM 计数器的 MSB。

表 4-26. EOM_Control_5 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	eom_count_msb_7	R	0h	EOM 计数器的 MSB
6	eom_count_msb_6	R	0h	EOM 计数器的 MSB
5	eom_count_msb_5	R	0h	EOM 计数器的 MSB
4	eom_count_msb_4	R	0h	EOM 计数器的 MSB
3	eom_count_msb_3	R	0h	EOM 计数器的 MSB
2	eom_count_msb_2	R	0h	EOM 计数器的 MSB
1	eom_count_msb_1	R	0h	EOM 计数器的 MSB
0	eom_count_msb_0	R	0h	EOM 计数器的 MSB

4.2.16 EOM_Control_6 寄存器 (偏移 = 69h) [复位 = 00h]

表 4-27 展示了 EOM_Control_6。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 EOM 计数器的 LSB。

表 4-27. EOM_Control_6 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	eom_count_lsb_7	R	0h	EOM 计数器的 LSB
6	eom_count_lsb_6	R	0h	EOM 计数器的 LSB
5	eom_count_lsb_5	R	0h	EOM 计数器的 LSB
4	eom_count_lsb_4	R	0h	EOM 计数器的 LSB
3	eom_count_lsb_3	R	0h	EOM 计数器的 LSB
2	eom_count_lsb_2	R	0h	EOM 计数器的 LSB
1	eom_count_lsb_1	R	0h	EOM 计数器的 LSB
0	eom_count_lsb_0	R	0h	EOM 计数器的 LSB

4.2.17 Eye_Opening_Monitor_1 寄存器 (偏移 = 6Ah) [复位 = 00h]

表 4-28 展示了 Eye_Opening_Monitor_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于查看 HEO 值。

表 4-28. Eye_Opening_Monitor_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	heo_7	R	0h	HEO 值。这是在 0-63 个相位设置中测得的值。
6	heo_6	R	0h	请参阅 MSB
5	heo_5	R	0h	请参阅 MSB
4	heo_4	R	0h	请参阅 MSB
3	heo_3	R	0h	请参阅 MSB
2	heo_2	R	0h	请参阅 MSB
1	heo_1	R	0h	请参阅 MSB
0	heo_0	R	0h	请参阅 MSB

4.2.18 Eye_Opening_Monitor_2 寄存器 (偏移 = 6Bh) [复位 = 00h]

表 4-29 展示了 Eye_Opening_Monitor_2。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于查看 VEO 值。

表 4-29. Eye_Opening_Monitor_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	veo_7	R	0h	VEO 值。这是在 0-63 个垂直阶跃中测得的值。
6	veo_6	R	0h	请参阅 MSB
5	veo_5	R	0h	请参阅 MSB
4	veo_4	R	0h	请参阅 MSB
3	veo_3	R	0h	请参阅 MSB
2	veo_2	R	0h	请参阅 MSB
1	veo_1	R	0h	请参阅 MSB
0	veo_0	R	0h	请参阅 MSB

4.2.19 Rate_Detect 寄存器 (偏移 = 72h) [复位 = 00h]

表 4-30 展示了 Rate_Detect。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于检测输入数据速率。

表 4-30. Rate_Detect 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	rate_detected_2	R	0h	回读检测到的数据速率： 3'b000 = 12G 3'b001 = 6G 3'b010 = 3G 3'b011 = 1.5G 3'b100 = 270M 其他值无效
5	rate_detected_1	R	0h	请参阅 MSB
4	rate_detected_0	R	0h	请参阅 MSB
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	

表 4-30. Rate_Detect 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	RESERVED	R	0h	

4.2.20 PRBS_Detect 寄存器 (偏移 = 73h) [复位 = 10h]

表 4-31 展示了 PRBS_Detect。

返回到[汇总表](#)。

这是用于 PRBS 生成和检查的状态寄存器。

表 4-31. PRBS_Detect 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	prbs_pol_inv	R	0h	检测 PRBS 极性反转, 只读 1'b1 = PRBS 极性反转
6	RESERVED	R	0h	
5	prbs_error	R	0h	检测 PRBS 错误, 只读 1'b1 =检测到 PRBS 错误
4	RESERVED	R	1h	
3	prbs_patt_det_3	R	0h	检测到 PRBS-31
2	prbs_patt_det_2	R	0h	检测到 PRBS-23
1	prbs_patt_det_1	R	0h	检测到 PRBS-9
0	prbs_patt_det_0	R	0h	检测到 PRBS-7

4.2.21 PRBS_Error_Check_1 寄存器 (偏移 = 74h) [复位 = 00h]

表 4-32 展示了 PRBS_Error_Check_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于在找到 PRBS 多项式后查看位错误数。

表 4-32. PRBS_Error_Check_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	bit_err_sum_msb_2	R	0h	找到 PRBS 多项式后的位错误数
1	bit_err_sum_msb_1	R	0h	参见 MSB
0	bit_err_sum_msb_0	R	0h	参见 MSB

4.2.22 PRBS_Error_Check_2 寄存器 (偏移 = 75h) [复位 = 00h]

表 4-33 展示了 PRBS_Error_Check_2。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 PRBS 位错误检查。

表 4-33. PRBS_Error_Check_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	bit_err_sum_lsb_7	R	0h	找到 PRBS 多项式后位错误的 LSB
6	bit_err_sum_lsb_6	R	0h	参见 MSB
5	bit_err_sum_lsb_5	R	0h	参见 MSB
4	bit_err_sum_lsb_4	R	0h	参见 MSB
3	bit_err_sum_lsb_3	R	0h	参见 MSB
2	bit_err_sum_lsb_2	R	0h	参见 MSB
1	bit_err_sum_lsb_1	R	0h	参见 MSB
0	bit_err_sum_lsb_0	R	0h	参见 MSB

4.2.23 PRBS_Control_1 寄存器 (偏移 = 79h) [复位 = 80h]

表 4-34 展示了 PRBS_Control_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 PRBS 控制。

表 4-34. PRBS_Control_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	1h	
6	RESERVED	R	0h	
5	prbs_gen_sel_1	R/W	0h	PRBS 生成器模式选择： 2'b00 = PRBS7 2'b01 = PRBS9 2'b10 = PRBS23 2'b11 = PRBS31
4	prbs_gen_sel_0	R/W	0h	请参阅 MSB
3	progpatt_en	R/W	0h	1'b1 = 启用固定模式输出并忽略 prbs_gen_sel 1'b0 = 在生成器模式下根据 prbs_gen_sel 生成 PRBS
2	prbs_chk	R/W	0h	1'b0 = 禁用 PRBS 校验器模式 1'b1 = 启用 PRBS 校验器模式
1	prbs_gen	R/W	0h	1'b1 = PRBS 生成器模式
0	prbs_en	R/W	0h	1'b1 = 启用 PRBS 功能

4.2.24 Interrupt_Status 寄存器 (偏移 = 7Eh) [复位 = 00h]

表 4-35 展示了 Interrupt_Status。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用作 reg_7Fh 中设置的中断的中断观察点，仅当 reg_7Fh 中的相应位中断启用时，给定位的条件才适用。

表 4-35. Interrupt_Status 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	sigdet	R	0h	原始信号检测观察点
6	cdr_lock_int	R	0h	1'b0 = CDR 锁定无中断 1 = CDR 锁定中断
5	signal_det1_int	R	0h	1'b0 = 在 SDI_IN1 上未检测到信号 1'b1 = 在 SDI_IN1 上检测到信号
4	signal_det0_int	R	0h	1'b0 = 在 SDI_IN 上未检测到信号 1'b1 = 在 SDI_IN 上检测到信号

表 4-35. Interrupt_Status 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3	sdi_out_term_det_int	R	0h	1'b0 = SDI_OUT 未端接 1'b1 = SDI_OUT 已端接
2	cdr_lock_loss_int	R	0h	1'b0 = CDR 失锁无中断 1'b1 = CDR 失锁中断
1	signal_det1_loss_int	R	0h	1'b0 = SDI_IN1 上的信号丢失无中断 1'b1 = SDI_IN1 上的信号丢失中断
0	signal_det0_loss_int	R	0h	1'b0 = SDI_IN 上的信号丢失无中断 1'b1 = SDI_IN 上的信号丢失中断

4.2.25 Enable_Interrupts 寄存器 (偏移 = 7Fh) [复位 = 00h]

表 4-36 展示了 Enable_Interrupts。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于启用中断。

表 4-36. Enable_Interrupts 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	cdr_lock_int_en	R/W	0h	启用 CDR 锁定中断
5	signal_det1_int_en	R/W	0h	在 SDI_IN1 上触发信号检测时启用中断
4	signal_det0_int_en	R/W	0h	在 SDI_IN 上触发信号检测时启用中断
3	sdi_out_term_det_int_en	R/W	0h	在 SDI-OUT 检测到端接时启用中断
2	cdr_lock_loss_int_en	R/W	0h	在 CDR 失锁时启用中断
1	signal_det1_loss_int_en	R/W	0h	启用中断以检测 SDI_IN1 上的信号丢失
0	signal_det0_loss_int_en	R/W	0h	启用中断以检测 SDI_IN 上的信号丢失

4.2.26 PRBS_Error_Injection 寄存器 (偏移 = 82h) [复位 = 00h]

表 4-37 展示了 PRBS_Error_Injection。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于应用 PRBS 生成器位错误注入。

表 4-37. PRBS_Error_Injection 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	prbs_sel_ser_clk	R/W	0h	设置为 1 时，使用串行器时钟驱动 PRBS-core
5	prbs_gen_bit_err_inject	R/W1C	0h	触发 PRBS 生成器，仅将一位错误注入生成的数据流。自清除
4	prbs_gen_bit_err_pos_4	R/W	0h	定义单个位错误在生成的 32 位数据中的位置
3	prbs_gen_bit_err_pos_3	R/W	0h	请参阅 MSB
2	prbs_gen_bit_err_pos_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	prbs_gen_bit_err_pos_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	prbs_gen_bit_err_pos_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.2.27 Watchdog_Timer 寄存器 (偏移 = 89h) [复位 = 04h]

表 4-38 展示了 Watchdog_Timer。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器激活看门狗计时器功能。

表 4-38. Watchdog_Timer 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	wdog_restart_en	R/W	0h	启用看门狗计时器功能以在不启用旁路的情况下重新启动 CDR
6	wdog_restart_sel_1	R/W	0h	wdog_restart_en 的计时器值： 2'b00 = 32ms 2'b01 = 36ms 2'b10 = 44ms 2'b11 = 60ms
5	wdog_restart_sel_0	R/W	0h	请参阅 MSB
4	sigdet_delay_1	R/W	0h	在置位信号检测后延迟 CDR 锁定的开始： 2'b00 = 无延迟 2'b01 = 1ms 2'b10 = 2ms 2'b11 = 4ms
3	sigdet_delay_0	R/W	0h	请参阅 MSB
2	RESERVED	R	1h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.2.28 POWER_CYCLE 寄存器 (偏移 = 8Bh) [复位 = 83h]

[表 4-39](#) 展示了 POWER_CYCLE。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于对解串器进行下电上电。

表 4-39. POWER_CYCLE 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	power_cycle_en	R/W	1h	1'b1 = 定期打开和关闭解串器 1'b0 = 使解串器始终处于打开状态
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	1h	
0	RESERVED	R	1h	

4.3 EQ_Drivers 寄存器

表 4-40 列出了 EQ_Drivers 寄存器的存储器映射寄存器。表 4-40 中未列出的所有寄存器偏移地址都应视为保留的位置，并且不应修改寄存器内容。

表 4-40. EQ_DRIVERS 寄存器

偏移	首字母缩写词	寄存器名称	部分
0h	General_Control	GEN_CTRL	节 4.3.1
6h	Signal_Detect	SIG_DET1	节 4.3.2
7h	Signal_Detect_2	SIG_DET2	节 4.3.3
8h	Signal_Detect_3	SIG_DET3	节 4.3.4
16h	CTLE_Index_Override	CTLE_OV	节 4.3.5
30h	Mute_Reference_Threshold	MUTE_REF	节 4.3.6
33h	OUT0_Controls	OUT0_CTRL	节 4.3.7
34h	OUT0_Controls_2	OUT0_CTRL2	节 4.3.8
35h	OUT1_Controls	OUT1_CTRL	节 4.3.9
36h	OUT1_Controls_2	OUT1_CTRL2	节 4.3.10
38h	SDI_OUT_Driver_Controls	SDI_OUTCTRL	节 4.3.11
39h	Cable_Driver_VOD	CD_VOD	节 4.3.12
3Ah	UHD_VOD_Adjustment	UHD_VOD	节 4.3.13
3Bh	HD_VOD_Adjustment	HD_VOD	节 4.3.14
3Ch	SD_VOD_Adjustment	SD_VOD	节 4.3.15
3Fh	SDI_OUT_Pre-Emphasis	SDI_OUT_PE	节 4.3.16
45h	DFE_Taps_1_Observation	DFE1	节 4.3.17
47h	DFE_Taps_2_Observation	DFE2	节 4.3.18
49h	DFE_Taps_3_Observation	DFE3	节 4.3.19
7Eh	Coarse_Rate_Control	CRC	节 4.3.20
9Ch	CTLE_Index	CTLE	节 4.3.21
A8h	Cable_Fault_Detect	CFD	节 4.3.22
ACH	Observation_Point_1	OBS1	节 4.3.23
ADh	Observation_Point_2	OBS2	节 4.3.24

复杂的位访问类型经过编码可适应小型表单元。表 4-41 展示了适用于此部分中访问类型的代码。

表 4-41. EQ_Drivers 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
写入类型		
W	W	写入
W1C	W 1C	写入 1 以清零
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

4.3.1 General_Control 寄存器 (偏移 = 0h) [复位 = 08h]

表 4-42 展示了 General_Control。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 EQ/驱动器页面的常规控制。

表 4-42. General_Control 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	1h	
2	register_reset	R/W1C	0h	复位 EQ/驱动器寄存器： 1'b0 = 正常运行 1'b1 = 复位 EQ/驱动器寄存器
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.3.2 Signal_Detect 寄存器 (偏移 = 6h) [复位 = 08h]

[表 4-43](#) 展示了 Signal_Detect。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 SDI_IN 上的信号检测状态。

表 4-43. Signal_Detect 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	dig_eq0_sd_ov	R/W	1h	启用对 SDI_IN 上信号检测的覆盖： 1'b0 = 正常运行 1'b1 = 使用该寄存器位 2 中的值覆盖信号检测
2	dig_eq0_sd	R/W	0h	SDI_IN 上信号检测的覆盖值： 当该寄存器的位 3 为 1 时，该值用于代替信号检测。当该寄存器的位 3 为 0 时，忽略此值。
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.3.3 Signal_Detect_2 寄存器 (偏移 = 7h) [复位 = 20h]

[表 4-44](#) 展示了 Signal_Detect_2。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 SDI_IN1 上的信号检测状态。

表 4-44. Signal_Detect_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	1h	
4	RESERVED	R	0h	

表 4-44. Signal_Detect_2 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
3	dig_eq1_sd_ov	R/W	0h	启用对 SDI_IN1 上信号检测的覆盖： 1'b0 = 正常运行 1'b1 = 使用该寄存器位 2 中的值覆盖信号检测
2	dig_eq1_sd	R/W	0h	SDI_IN1 上信号检测的覆盖值： 当该寄存器的位 3 为 1 时，该值用于代替信号检测。当该寄存器的位 3 为 0 时，忽略此值。
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.3.4 Signal_Detect_3 寄存器 (偏移 = 8h) [复位 = 20h]

表 4-45 展示了 Signal_Detect_3。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于查看 SDI_IN 和 SDI_IN1 上的信号检测状态。

表 4-45. Signal_Detect_3 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	1h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	eq0_sig_detect_filtered	R	0h	SDI_IN 的信号检测状态： 1'b0 = 无信号 1'b1 = 存在信号
1	RESERVED	R	0h	
0	eq1_sig_detect_filtered	R	0h	SDI_IN1 的信号检测状态： 1'b0 = 无信号 1'b1 = 存在信号

4.3.5 CTLE_Index_Override 寄存器 (偏移 = 16h) [复位 = 00h]

表 4-46 展示了 CTLE_Index_Override。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于覆盖 CTLE 索引值。

表 4-46. CTLE_Index_Override 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	eq_index_ov	R/W	0h	CTLE 调整模式： 1'b0 = 完全自动 1'b1 = 使用位 [6:0] 进行手动控制
6	eq_index_val_6	R/W	0h	覆盖 EQ 索引值
5	eq_index_val_5	R/W	0h	请参阅 MSB
4	eq_index_val_4	R/W	0h	请参阅 MSB
3	eq_index_val_3	R/W	0h	请参阅 MSB
2	eq_index_val_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	eq_index_val_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	eq_index_val_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.6 Mute_Reference_Threshold 寄存器 (偏移 = 30h) [复位 = 00h]

表 4-47 展示了 Mute_Reference_Threshold。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于设置静默基准阈值。静默基准阈值定义为 OUT0/1 静默的阈值 CTLE 索引 + 2。静默基准阈值是一个步长为 26mV 的二进制值。

表 4-47. Mute_Reference_Threshold 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	reg_muteref_threshl_5	R/W	0h	十进制静默基准阈值： 6'd0 = 当 CTLE 索引 (eq 增强) ≥ 2 时静默 6'd63 = 静默基准阈值超过最大 CTLE，因此输出绝不会静默
4	reg_muteref_threshl_4	R/W	0h	请参阅 MSB
3	reg_muteref_threshl_3	R/W	0h	请参阅 MSB
2	reg_muteref_threshl_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	reg_muteref_threshl_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	reg_muteref_threshl_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.7 OUT0_Controls 寄存器 (偏移 = 33h) [复位 = 3Fh]

表 4-48 展示了 OUT0_Controls。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 OUT0 控制。

表 4-48. OUT0_Controls 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	reg_tx0_mute_ov	R/W	0h	OUT0 静默覆盖控制： 1'b0 = 禁用 OUT0 静默覆盖控制 1'b1 = 通过位 6 中的值启用 OUT0 静默覆盖控制。
6	reg_tx0_mute_val	R/W	0h	1'b0 = 正常运行 1'b1 = 位 7 为 1 时使 OUT0 静默
5	RESERVED	R	1h	
4	RESERVED	R	1h	
3	reg_tx0_vod_ov	R/W	1h	OUT0 VOD 覆盖控制： 1'b0 = 由 VOD_DE 引脚确定 VOD 设置 1'b1 = 由位 [2:0] 控制 VOD 设置
2	reg_tx0_vod_2	R/W	1h	覆盖 VOD 设置： 3'b000 = 410mVpp 3'b010 = 560mVpp 3'b100 = 635mVpp 3'b110 = 810mVpp
1	reg_tx0_vod_1	R/W	1h	请参阅 MSB
0	reg_tx0_vod_0	R/W	1h	请参阅 MSB

4.3.8 OUT0_Controls_2 寄存器 (偏移 = 34h) [复位 = 12h]

表 4-49 展示了 OUT0_Controls_2。

返回到[汇总表](#)。

这是用于控制 OUT0 的第二个寄存器。

表 4-49. OUT0_Controls_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	reg_tx0_sel_inv	R/W	0h	反转驱动器极性
6	reg_tx0_PD_ov	R/W	0h	用于将 TX 断电的覆盖值。
5	reg_tx0_PD	R/W	0h	1'b0 = 正常运行 1'b1 = 位 6 为 1 时使 OUT0 断电
4	reg_tx0_dem_ov	R/W	1h	如果为低电平，则从 VOD_DE 引脚获取 DEM。否则，从 [3:0] 获取 DEM
3	reg_tx0_dem_range	R/W	0h	在置为有效时，将 [2:0] 中的 DEM 设置压缩至 <6dB
2	reg_tx0_dem_2	R/W	0h	去加重设置： 3'b000 = 0.0dB 3'b010 = - 1.0dB 3'b100 = - 2.4dB 3'b110 = - 6.1dB
1	reg_tx0_dem_1	R/W	1h	请参阅 MSB
0	reg_tx0_dem_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.9 OUT1_Controls 寄存器 (偏移 = 35h) [复位 = 01h]

表 4-50 展示了 OUT1_Controls。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于 OUT1 控制。

表 4-50. OUT1_Controls 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	reg_tx1_mute_ov	R/W	0h	OUT1 静默覆盖控制： 1'b0 = 禁用 OUT1 静默覆盖控制 1'b1 = 通过位 6 中的值启用 OUT1 静默覆盖控制。
6	reg_tx1_mute_val	R/W	0h	1'b0 = 正常运行 1'b1 = 位 7 为 1 时使 OUT1 静默
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	reg_tx1_vod_ov	R/W	0h	OUT1 VOD 覆盖控制： 1'b0 = 由 VOD_DE 引脚确定 VOD 设置 1'b1 = 由位 [2:0] 控制 VOD 设置
2	reg_tx1_vod_2	R/W	0h	覆盖 VOD 设置： 3'b000 = 410mVpp 3'b010 = 560mVpp 3'b100 = 635mVpp 3'b110 = 810mVpp
1	reg_tx1_vod_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	reg_tx1_vod_0	R/W	1h	请参阅 MSB

4.3.10 OUT1_Controls_2 寄存器 (偏移 = 36h) [复位 = 12h]

表 4-51 展示了 OUT1_Controls_2。

返回到[汇总表](#)。

这是用于控制 OUT1 的第二个寄存器。

表 4-51. OUT1_Controls_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	reg_tx1_sel_inv	R/W	0h	反转驱动器极性
6	reg_tx1_PD_ov	R/W	0h	用于将 TX 断电的覆盖值。
5	reg_tx1_PD	R/W	0h	1'b0 = 正常运行 1'b1 = 位 6 为 1 时使 OUT1 断电
4	reg_tx1_dem_ov	R/W	1h	如果为低电平, 则从 VOD_DE 引脚进行去加重。否则, 从 [3:0] 进行去加重。
3	reg_tx1_dem_range	R/W	0h	在置为有效时, 将 [2:0] 中的 DEM 设置压缩至 <6dB。
2	reg_tx1_dem_2	R/W	0h	去加重设置: 3'b000 = 0.0dB 3'b010 = - 1.0dB 3'b100 = - 2.4dB 3'b110 = - 6.1dB
1	reg_tx1_dem_1	R/W	1h	请参阅 MSB
0	reg_tx1_dem_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.11 SDI_OUT_Driver_Controls 寄存器 (偏移 = 38h) [复位 = 01h]

表 4-52 展示了 SDI_OUT_Driver_Controls。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于进行 SDI_OUT 驱动器控制。

表 4-52. SDI_OUT_Driver_Controls 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	sdi_out_PD_ov	R/W	0h	SDI_OUT 断电控制的覆盖值: 1'b0 = 使用 SDI_OUT_SEL 引脚控制 SDI_OUT 驱动器断电 1'b1 = SDI_OUT 断电由位 6 控制
6	sdi_out_PD_val	R/W	0h	当该寄存器的位 7 置位时: 1'b0 = SDI_OUT+/- 启用 1'b1 = SDI_OUT+/- 禁用
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	1h	

4.3.12 Cable_Driver_VOD 寄存器 (偏移 = 39h) [复位 = 68h]

表 4-53 展示了 Cable_Driver_VOD。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于使用基准 VOD 值覆盖引脚控制和速率修整值中的 VOD。有关 SDI VOD 控制的更多信息, 请参阅本文档中的 VOD 振幅控制逻辑方框图。

表 4-53. Cable_Driver_VOD 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	sdi_out_vod_ov	R/W	0h	1'b0 = SDI_VOD 引脚控制 + 数据速率调整值 (请参阅本文档中的 SDI VOD 振幅控制逻辑方框图以供参考) 1'b1 = sdi_out_vod_val[6:0]
6	sdi_out_vod_val_6	R/W	1h	引脚控制的默认 VOD 基准

表 4-53. Cable_Driver_VOD 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
5	sdi_out_vod_val_5	R/W	1h	请参阅 MSB
4	sdi_out_vod_val_4	R/W	0h	请参阅 MSB
3	sdi_out_vod_val_3	R/W	1h	请参阅 MSB
2	sdi_out_vod_val_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	sdi_out_vod_val_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	sdi_out_vod_val_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.13 UHD_VOD_Adjustment 寄存器 (偏移 = 3Ah) [复位 = 0Ch]

表 4-54 展示了 UHD_VOD_Adjustment。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于对 SDI_OUT 上的输出 VOD 进行调整以实现 UHD。

表 4-54. UHD_VOD_Adjustment 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	sdi_out_vod_os_uhd_sign	R/W	0h	UHD 速率的 SDI_OUT VOD 控制： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
4	sdi_out_vod_os_uhd_4	R/W	0h	[4:0] = 0mV 至 194mV 范围内的振幅
3	sdi_out_vod_os_uhd_3	R/W	1h	请参阅 MSB
2	sdi_out_vod_os_uhd_2	R/W	1h	请参阅 MSB
1	sdi_out_vod_os_uhd_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	sdi_out_vod_os_uhd_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.14 HD_VOD_Adjustment 寄存器 (偏移 = 3Bh) [复位 = 00h]

表 4-55 展示了 HD_VOD_Adjustment。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于对 SDI_OUT 上的输出 VOD 进行调整以实现 HD。

表 4-55. HD_VOD_Adjustment 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	sdi_out_vod_os_hd_sign	R/W	0h	HD 速率的 SDI_OUT VOD 控制： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
4	sdi_out_vod_os_hd_4	R/W	0h	[4:0] = 0mV 至 194mV 范围内的振幅
3	sdi_out_vod_os_hd_3	R/W	0h	请参阅 MSB
2	sdi_out_vod_os_hd_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	sdi_out_vod_os_hd_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	sdi_out_vod_os_hd_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.15 SD_VOD_Adjustment 寄存器 (偏移 = 3Ch) [复位 = 00h]

表 4-56 展示了 SD_VOD_Adjustment。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于对 SDI_OUT 上的输出 VOD 进行调整以实现 SD。

表 4-56. SD_VOD_Adjustment 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	sdi_out_vod_os_sd_sign	R/W	0h	SD 速率的 SDI_OUT VOD 控制： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
4	sdi_out_vod_os_sd_4	R/W	0h	[4:0] = 0mV 至 194mV 范围内的振幅
3	sdi_out_vod_os_sd_3	R/W	0h	请参阅 MSB
2	sdi_out_vod_os_sd_2	R/W	0h	请参阅 MSB
1	sdi_out_vod_os_sd_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	sdi_out_vod_os_sd_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.16 SDI_OUT_Pre-Emphasis 寄存器 (偏移 = 3Fh) [复位 = 30h]

表 4-57 展示了 SDI_OUT_Pre-Emphasis。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于将更改应用于 SDI_OUT 上的预加重。

表 4-57. SDI_OUT_Pre-Emphasis 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	sdi_out_sel_pre_ov	R/W	0h	SDI_OUT 预加重覆盖控制： 1'b0 = 正常运行 1'b1 = SDI_OUT 预加重由位 [6:5] 控制
6	sdi_out_sel_pre_val_1	R/W	0h	预加重值： 2'b11 = 2.5dB
5	sdi_out_sel_pre_val_0	R/W	1h	请参阅 MSB
4	sdi_out_sel_pre_uhd	R/W	1h	1'b0 = 在 UHD 数据速率下禁用预加重 1'b1 = 在 UHD 数据速率下启用在位 [6:5] 中编程的预加重值
3	sdi_out_sel_pre_hd	R/W	0h	1'b0 = 在 HD 数据速率下禁用预加重 1'b1 = 在 HD 数据速率下启用在位 [6:5] 中编程的预加重值
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	sdi_out_sel_inv	R/W	0h	1'b0 = 同相 SDI_OUT 输出 1'b1 = 反相 SDI_OUT 输出

4.3.17 DFE_Taps_1_Observation 寄存器 (偏移 = 45h) [复位 = 20h]

表 4-58 展示了 DFE_Taps_1_Observation。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器是 DFE tap 的第一个观察点。

表 4-58. DFE_Taps_1_Observation 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	dfe_pol_1_obs	R	1h	DFE tap 1 极性： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
4	dfe_wt1_obs_4	R	0h	DFE tap 1 振幅 [4:0]
3	dfe_wt1_obs_3	R	0h	请参阅 MSB
2	dfe_wt1_obs_2	R	0h	请参阅 MSB
1	dfe_wt1_obs_1	R	0h	请参阅 MSB
0	dfe_wt1_obs_0	R	0h	请参阅 MSB

4.3.18 DFE_Taps_2_Observation 寄存器 (偏移 = 47h) [复位 = 00h]

表 4-59 展示了 DFE_Taps_2_Observation。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器是 DFE tap 的第二个观察点。

表 4-59. DFE_Taps_2_Observation 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	dfe_pol_2_obs	R	0h	DFE tap 2 极性： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
3	dfe_wt2_obs_3	R	0h	DFE tap 2 振幅 [3:0]
2	dfe_wt2_obs_2	R	0h	请参阅 MSB
1	dfe_wt2_obs_1	R	0h	请参阅 MSB
0	dfe_wt2_obs_0	R	0h	请参阅 MSB

4.3.19 DFE_Taps_3_Observation 寄存器 (偏移 = 49h) [复位 = 00h]

表 4-60 展示了 DFE_Taps_3_Observation。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器是 DFE tap 的第三个观察点。

表 4-60. DFE_Taps_3_Observation 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	dfe_pol_3_obs	R	0h	DFE tap 3 极性： 1'b0 = 正 1'b1 = 负
3	dfe_wt3_obs_3	R	0h	DFE tap 3 振幅 [3:0]
2	dfe_wt3_obs_2	R	0h	请参阅 MSB
1	dfe_wt3_obs_1	R	0h	请参阅 MSB

表 4-60. DFE_Taps_3_Observation 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	dfe_wt3_obs_0	R	0h	请参阅 MSB

4.3.20 Coarse_Rate_Control 寄存器 (偏移 = 7Eh) [复位 = 00h]

表 4-61 展示了 Coarse_Rate_Control。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于设置粗略 EQ 结束速率和粗略 EQ 起始速率。

表 4-61. Coarse_Rate_Control 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	ending_rate_det_register_reg_2	R/W	0h	粗略 EQ 结束速率： 3'b000 = 12G 3'b001 = 6G 3'b010 = 3G 3'b011 = 1.5G 3'b100 = 270M (默认值) 3'b101、3'b110、3'b111 = 无效
5	ending_rate_det_register_reg_1	R/W	0h	请参阅 MSB
4	ending_rate_det_register_reg_0	R/W	0h	请参阅 MSB
3	RESERVED	R	0h	
2	starting_rate_det_register_reg_2	R/W	0h	粗略 EQ 起始速率： 3'b000 = 12G (默认值) 3'b001 = 6G 3'b010 = 3G 3'b011 = 1.5G 3'b100 = 270M 3'b101、3'b110、3'b111 = 无效
1	starting_rate_det_register_reg_1	R/W	0h	请参阅 MSB
0	starting_rate_det_register_reg_0	R/W	0h	请参阅 MSB

4.3.21 CTLE_Index 寄存器 (偏移 = 9Ch) [复位 = 00h]

表 4-62 展示了 CTLE_Index。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于查看最终 CTLE 索引。

表 4-62. CTLE_Index 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	ctle_index_5	R	0h	已将 CTLE 索引从十进制表示法的 0 调整为 55
4	ctle_index_4	R	0h	请参阅 MSB
3	ctle_index_3	R	0h	请参阅 MSB
2	ctle_index_2	R	0h	请参阅 MSB
1	ctle_index_1	R	0h	请参阅 MSB

表 4-62. CTLE_Index 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
0	ctle_index_0	R	0h	请参阅 MSB

4.3.22 Cable_Fault_Detect 寄存器 (偏移 = A8h) [复位 = 80h]

表 4-63 展示了 Cable_Fault_Detect。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器用于启用电缆故障检测器状态机。

表 4-63. Cable_Fault_Detect 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	cf_d_bypass	R/W	1h	绕过电缆故障检测器状态机
6	cf_d_start	R/W1C	0h	手动启动电缆故障检测器状态机，自清除
5	cf_d_disable	R/W	0h	禁用电缆故障检测器状态机
4	RESERVED	R	0h	
3	RESERVED	R	0h	
2	RESERVED	R	0h	
1	RESERVED	R	0h	
0	RESERVED	R	0h	

4.3.23 Observation_Point_1 寄存器 (偏移 = ACh) [复位 = 00h]

表 4-64 展示了 Observation_Point_1。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器是电缆故障检测观察点。

表 4-64. Observation_Point_1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	RESERVED	R	0h	
6	RESERVED	R	0h	
5	RESERVED	R	0h	
4	RESERVED	R	0h	
3	sdi_out_term_status	R	0h	电缆故障检测状态： 1'b0 = 在 SDI_OUT 上未检测到端接 1'b1 = 在 SDI_OUT 上检测到端接
2	cf_d_length_cnt_msb_2	R	0h	电缆长度计数 MSB
1	cf_d_length_cnt_msb_1	R	0h	MSB
0	cf_d_length_cnt_msb_0	R	0h	MSB

4.3.24 Observation_Point_2 寄存器 (偏移 = ADh) [复位 = 00h]

表 4-65 展示了 Observation_Point_2。

返回到[汇总表](#)。

该寄存器是第二个电缆故障检测观察点。

表 4-65. Observation_Point_2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	cf_d_length_cnt_lsb_7	R	0h	电缆长度计数 LSB

表 4-65. Observation_Point_2 寄存器字段说明 (续)

位	字段	类型	复位	说明
6	cf_length_cnt_lsb_6	R	0h	LSB
5	cf_length_cnt_lsb_5	R	0h	LSB
4	cf_length_cnt_lsb_4	R	0h	LSB
3	cf_length_cnt_lsb_3	R	0h	LSB
2	cf_length_cnt_lsb_2	R	0h	LSB
1	cf_length_cnt_lsb_1	R	0h	LSB
0	cf_length_cnt_lsb_0	R	0h	LSB

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司