

Application Note

TDP2004 配置指南

David Liu

摘要

本文档介绍了如何配置和设置 TDP2004。本配置指南需要与 [TDP2004](#) 数据表、TDP2004 原理图检查清单和 [TDP2004 EVM 用户指南](#) 搭配使用，以确保正确实施。

内容

1 引言	2
2 访问方法	2
2.1 引脚配置 (strap) 模式.....	2
2.2 SMBus/I2C 主模式.....	2
2.3 SMBus/I2C 辅助模式.....	3
3 寄存器映射	3
3.1 共享寄存器.....	3
3.2 通道寄存器.....	4
4 RX 均衡控制设置	6
5 平坦增益	7
6 RX 均衡和平坦增益选择矩阵	8
7 TDP2004 编程示例	11
7.1 通过寄存器编程进行 PD 控制.....	11
7.2 通过寄存器编程进行广播通道 CTLE 指数/平坦增益选择 (CTLE 指数 2, 平坦增益 0dB).....	11
7.3 通过寄存器编程进行单个通道 CTLE 指数/平坦增益选择 (CTLE 指数 2, 平坦增益 0dB).....	11
8 总结	12
9 参考资料	12

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TDP2004 是一款具有集成信号调节功能的四通道多速率线性中继器。器件的信号通道彼此独立运行。每条通道均包含一个连续时间线性均衡器 (CTLE) 和一个线性输出驱动器，二者共同补偿源发送器和最终接收器之间的有损传输通道。

2 访问方法

TDP2004 具有五个 5 电平输入引脚：MODE、EQ0/ADDR0、EQ1/ADDR1、GAIN/SDA 和 TEST/SCL。

这些 5 电平输入使用外部电阻器来帮助设置五个有效电平，如表 2-1 所示。

表 2-1. TDP2004 5 电平控制引脚设置

电平	设置
L0	1kΩ 至 GND
L1	8.25kΩ 至 GND
L2	24.9kΩ 至 GND
L3	75kΩ 至 GND
L4	悬空

TDP2004 可通过 MODE 引脚配置为三种不同的模式。

表 2-2. TDP2004 模式配置

电平	配置
L0	引脚配置 (strap) 模式
L1	SMBus/I2C 主模式
L2	SMBus/I2C 辅助模式
L3 和 L4	保留

引脚配置 (strap) 模式 - TDP2004 控制配置仅由配置 (strap) 引脚完成。

SMBus/I2C 主模式 - TDP2004 控制配置从外部 EEPROM 自动读取。

SMBus/I2C 辅助模式 - TDP2004 控制配置通过外部串行管理总线 (SMBus/I2C) 控制。

2.1 引脚配置 (strap) 模式

在引脚配置 (strap) 模式下，EQ0/ADDR0 和 EQ1/ADDR1 为通道 0-3 设置接收器线性均衡 (CTLE) 增强。GAIN/SDA 用于设置通道 0-3 从 TDP2004 输入端到输出端的平坦增益 (直流和交流)。TEST/SCL 是 TI 测试模式，必须保持悬空。有关详细的引脚配置 (strap) 模式配置，请参阅 [TDP2004 原理图检查清单](#) 应用手册。

2.2 SMBus/I2C 主模式

在 SMBus/I2C 主模式下，GAIN/SDA 是 3.3V SMBus/I2C 数据，TEST/SCL 是 3.3V SMBus/I2C 时钟。根据 SMBus/I2C 接口标准，二者都需要添加一个 1kΩ 至 5kΩ 的外部上拉电阻。

TDP2004 在加电时自动从外部 EEPROM (SMBus 8 位地址 0xA0) 读取初始配置设置。可将多个 TDP2004 级联在一起以从单个 EEPROM 读取。将第一个器件的 READ_EN_N 引脚连接至低电平 (GND)，以便在加电时自动启动 EEPROM 读取。第一个器件的 DONE_n 可以馈送到具有 4.7kΩ 上拉电阻的下一个器件的 READ_EN_N 中。将最后一个器件的 DONE_n 引脚保持悬空，或将该引脚连接到微控制器输入端，来监控最终 EEPROM 读取的完成情况。

2.3 SMBus/I2C 辅助模式

通过在 EQ0/ADDR0 和 EQ1/ADDR1 引脚上放置外部电阻器搭接，可以为器件分配 16 个唯一的 SMBus 从地址，如表 2-2 所示。当多个 TDP2004 器件位于同一 SMBus 接口总线上时，每个器件必须配置唯一的 SMBus 从地址。

GAIN/SDA 是 3.3V SMBus/I2C 数据，TEST/SCL 是 3.3V SMBus/I2C 时钟。根据 SMBus/I2C 接口标准，二者都需要添加一个 1kΩ 至 5kΩ 的外部上拉电阻。

3 寄存器映射

TDP2004 具有 2 类寄存器：

- **共享寄存器**：这种寄存器可随时访问，用于器件级配置、状态回读、控制或读回器件 ID 信息。
- **通道寄存器**：这种寄存器用于控制和配置每个单独通道的特定功能。所有通道都具有相同的寄存器集，并且可以相互独立配置，也可以通过通道 0-3 的广播写入配置为组。

3.1 共享寄存器

表 3-1. 通用寄存器 (偏移 = 0xE2)

位	字段	类型	复位	说明
7	保留	R	0x0	保留
6	rst_i2c_regs	R/W/SC	0x0	器件复位控制：将所有 I ² C 寄存器复位为默认值（自行清除）。
5	rst_i2c_mas	R/W/SC	0x0	复位 I ² C 主设备（自行清零）。
4-1	保留	R	0x0	保留
0	frc_eeprm_rd	R/W/SC	0x0	覆盖 MODE 和 READ_EN_N 状态以强制手动加载 EEPROM 配置。

表 3-2. EEPROM_Status 寄存器 (偏移 = 0xE3)

位	字段	类型	复位	说明
7	eecfg_cmplt	R	0x0	EEPROM 加载完成。
6	eecfg_fail	R	0x0	EEPROM 加载失败。
5	eecfg_atmpt_1	R	0x0	尝试加载 EEPROM 映像的次数。
4	eecfg_atmpt_0	R	0x0	
3	eecfg_cmplt	R	0x0	EEPROM 加载完成 2。
2	eecfg_fail	R	0x0	EEPROM 加载失败 2。
1	eecfg_atmpt_1	R	0x0	尝试加载 EEPROM 映像 2 的次数。
0	eecfg_atmpt_0	R	0x0	

表 3-3. DEVICE_ID0 寄存器 (偏移 = 0xF0)

位	字段	类型	复位	说明
7-4	保留	R	0x0	保留
3	device_id0_3	R	0x0	器件 ID0 [3:1]: 011
2	device_id0_2	R	0x1	
1	device_id0_1	R	0x1	
0	保留	R	X	保留

表 3-4. DEVICE_ID1 寄存器 (偏移 = 0xF1)

位	字段	类型	复位	说明
7	device_id[7]	R	0x0	器件 ID 0010 1001: TDP2004
6	device_id[6]	R	0x0	
5	device_id[5]	R	0x1	
4	device_id[4]	R	0x0	
3	device_id[3]	R	0x1	
2	device_id[2]	R	0x0	
1	device_id[1]	R	0x0	
0	device_id[0]	R	0x0	

3.2 通道寄存器

表 3-5. EQ 增益控制寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x01)

位	字段	类型	复位	说明
7	eq_stage1_bypass	R/W	0x0	启用 EQ 级 1 旁路： 0：禁用旁路 1：旁路启用
6	eq_stage1_3	R/W	0x0	EQ 增强级 1 控制 有关详细信息，请参阅数据表中的表 6-1。
5	eq_stage1_2	R/W	0x0	
4	eq_stage1_1	R/W	0x0	
3	eq_stage1_0	R/W	0x0	
2	eq_stage2_2	R/W	0x0	EQ 增强级 2 控制 有关详细信息，请参阅数据表中的表 6-1。
1	eq_stage2_1	R/W	0x0	
0	eq_stage2_0	R/W	0x0	

表 3-6. EQ 增益/平坦增益控制寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x03)

位	字段	类型	复位	说明
7	保留	R	0x0	保留
6	eq_profile_3	R/W	0x0	EQ 中频升压曲线 有关详细信息，请参阅数据表中的表 6-1。
5	eq_profile_2	R/W	0x0	
4	eq_profile_1	R/W	0x0	
3	eq_profile_0	R/W	0x0	
2	flat_gain_2	R/W	0x1	平坦增益选择： 有关详细信息，请参阅数据表中的表 6-2。
1	flat_gain_1	R/W	0x0	
0	flat_gain_0	R/W	0x1	

表 3-7. TI 测试模式控制寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x04)

位	字段	类型	复位	说明
7-3、1-0	保留	R	0x0	保留
2	TI 测试模式	R/W	0x0	设置 TI 测试模式： 0：测试模式已启用 1：测试模式已禁用。必须设置为“1”才能正常运行。

表 3-8. PD 覆盖寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x05)

位	字段	类型	复位	说明
7	device_en_override	R/W	0x0	通过 SMBus/I ² C 启用断电覆盖 0：手动覆盖被禁用 1：手动覆盖已启用

表 3-8. PD 覆盖寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x05) (续)

位	字段	类型	复位	说明
6-0	device_en	R/W	0x111111	转接驱动器各种通道块的手动断电 - 由 device_en_override = 1 控制 111111 : 通道中的所有块均启用 000000 : 通道中的所有块均禁用

表 3-9. 偏置寄存器 (通道寄存器基址 + 偏移 = 0x06)

位	字段	类型	复位	说明
5-3	偏置电流	R/W	0x100	控制偏置电流 设置 001 以获得更高性能
7、6、2-0	保留	R/W	0x00000	保留

4 RX 均衡控制设置

TDP2004 接收器具有一个连续时间线性均衡器 (CTLE)，它运用高频增强和低频衰减功能来帮助均衡无源通道的频率制约型插入损耗。接收器实现两级线性均衡器，以提供广泛的均衡能力。均衡器级还提供了灵活性，可对中频升压进行细微修改，以使 EQ 增益曲线与各种通道媒体特征相匹配。EQ 曲线控制功能仅在 SMBus/I²C 模式下可用。在引脚模式下，这些设置针对 FR4 布线进行了优化。

表 4-1 通过 EQ 控制引脚或 SMBus/I²C 寄存器以 20Gbps (10GHz 奈奎斯特频率) 提供可用的均衡增强。在引脚控制模式下，EQ1 和 EQ0 引脚设置通道 0-3 的均衡增强。在 I²C 模式下，可以对各个通道进行独立编程以实现 EQ 增强。

表 4-1. 均衡控制设置

EQ 指数	均衡设置						典型 EQ 增强 (dB) 10GHz 时
	引脚模式		SMBus/I ² C 模式				
	EQ1	EQ0	eq_stage1_3:0	eq_stage2_2:0	eq_profile_3:0	eq_stage1_bypass	
0	L0	L0	0	0	0	1	4.0
1	L0	L1	1	0	0	1	5.0
2	L0	L2	3	0	0	1	7.0
5	L1	L0	0	0	1	0	8.0
6	L1	L1	1	0	1	0	9.0
7	L1	L2	2	0	1	0	9.5
8	L1	L3	3	0	3	0	10.0
9	L1	L4	4	0	3	0	11.0
10	L2	L0	5	1	7	0	12.0
11	L2	L1	6	1	7	0	12.5
12	L2	L2	8	1	7	0	13.5
13	L2	L3	10	1	7	0	14.5
14	L2	L4	10	2	15	0	15.0
15	L3	L0	11	3	15	0	15.5
16	L3	L1	12	4	15	0	16.5
17	L3	L2	13	5	15	0	17.0
18	L3	L3	14	6	15	0	18.0
19	L3	L4	15	7	15	0	19.0

5 平坦增益

当器件处于引脚模式时，GAIN 引脚可用于设置 TDP2004 的整体数据路径平坦增益（直流和交流）。GAIN 引脚设定通道 0-3 的平坦增益。在 I²C 模式下，每个通道都可以独立设置。表 5-1 提供平坦增益控制配置设置。对于大多数系统，建议使用 GAIN = L4（悬空）的默认设置，以提供 0dB 的平坦增益。

设置 TDP2004 的平坦增益和均衡时，必须确保直流和低频下的输出信号摆幅分别不超过器件的直流和交流线性范围。

表 5-1. 平坦增益配置设置

引脚模式 GAIN	I ² C Modeflat_gain_2:0	平坦增益
L0	0	-5.6dB
L1	1	-3.8dB
L2	3	-1.2dB
L4 (悬空)	5	0.6dB (默认建议)
L3	7	+2.6dB

6 RX 均衡和平坦增益选择矩阵

表 6-1. RX 均衡和平坦增益选择矩阵

CTLE 指数	平坦增益	寄存器范围偏移 0x01	寄存器范围偏移 0x03
0	-6dB	0x80	0x00
0	-4dB	0x80	0x01
0	-2dB	0x80	0x03
0	0dB (默认值)	0x80	0x05
0	2dB	0x80	0x07
1	-6dB	0x88	0x00
1	-4dB	0x88	0x01
1	-2dB	0x88	0x03
1	0dB (默认值)	0x88	0x05
1	2dB	0x88	0x07
2	-6dB	0x98	0x00
2	-4dB	0x98	0x01
2	-2dB	0x98	0x03
2	0dB (默认值)	0x98	0x05
2	2dB	0x98	0x07
默认值	-6dB	0x00	0x00
默认值	-4dB	0x00	0x01
默认值	-2dB	0x00	0x03
默认值	0dB (默认值)	0x00	0x05
默认值	2dB	0x00	0x07
5	-6dB	0x00	0x08
5	-4dB	0x00	0x09
5	-2dB	0x00	0x0B
5	0dB (默认值)	0x00	0x0D
5	2dB	0x00	0x0F
6	-6dB	0x08	0x08
6	-4dB	0x08	0x09
6	-2dB	0x08	0x0B
6	0dB (默认值)	0x08	0x0D
6	2dB	0x08	0x0F
7	-6dB	0x10	0x08
7	-4dB	0x10	0x09
7	-2dB	0x10	0x0B
7	0dB (默认值)	0x10	0x0D
7	2dB	0x10	0x0F
8	-6dB	0x18	0x18
8	-4dB	0x18	0x19
8	-2dB	0x18	0x1B

表 6-1. RX 均衡和平坦增益选择矩阵 (续)

CTLE 指数	平坦增益	寄存器范围偏移 0x01	寄存器范围偏移 0x03
8	0dB (默认值)	0x18	0x1D
8	2dB	0x18	0x1F
9	-6dB	0x20	0x18
9	-4dB	0x20	0x19
9	-2dB	0x20	0x1B
9	0dB (默认值)	0x20	0x1D
9	2dB	0x20	0x1F
10	-6dB	0x29	0x38
10	-4dB	0x29	0x39
10	-2dB	0x29	0x3B
10	-2dB	0x29	0x3D
10	0dB (默认值)	0x29	0x3F
11	-6dB	0x31	0x38
11	-4dB	0x31	0x39
11	-2dB	0x31	0x3B
11	0dB (默认值)	0x31	0x3D
11	2dB	0x31	0x3F
12	-6dB	0x41	0x38
12	-4dB	0x41	0x39
12	-2dB	0x41	0x3B
12	0dB (默认值)	0x41	0x3D
12	2dB	0x41	0x3F
13	-6dB	0x51	0x38
13	-4dB	0x51	0x39
13	-2dB	0x51	0x3B
13	0dB (默认值)	0x51	0x3D
13	2dB	0x51	0x3F
14	-6dB	0x52	0x78
14	-4dB	0x52	0x79
14	-2dB	0x52	0x7B
14	0dB (默认值)	0x52	0x7D
14	2dB	0x52	0x7F
15	-6dB	0x5B	0x78
15	-4dB	0x5B	0x79
15	-2dB	0x5B	0x7B
15	0dB (默认值)	0x5B	0x7D
15	2dB	0x5B	0x7F
16	-6dB	0x64	0x78
16	-4dB	0x64	0x79

表 6-1. RX 均衡和平坦增益选择矩阵 (续)

CTLE 指数	平坦增益	寄存器范围偏移 0x01	寄存器范围偏移 0x03
16	-2dB	0x64	0x7B
16	0dB (默认值)	0x64	0x7D
16	2dB	0x64	0x7F
17	-6dB	0x6D	0x78
17	-4dB	0x6D	0x79
17	-2dB	0x6D	0x7B
17	0dB (默认值)	0x6D	0x7D
17	2dB	0x6D	0x7F
18	-6dB	0x76	0x78
18	-4dB	0x76	0x79
18	-2dB	0x76	0x7B
18	0dB (默认值)	0x76	0x7D
18	2dB	0x76	0x7F
19	-6dB	0x7F	0x78
19	-4dB	0x7F	0x79
19	-2dB	0x7F	0x7B
19	0dB (默认值)	0x7F	0x7D
19	2dB	0x7F	0x7F

7 TDP2004 编程示例

在下面的示例中，假设 SMBus 从地址 0x18 用于器件 0 (通道 0-3)，SMBus 从地址 0x1A 用于器件 1 (通道 0-3)。使用 TotalPhase Aardvark I2C 控制器的示例代码。

7.1 通过寄存器编程进行 PD 控制

向通道寄存器 0x85 (通道基址寄存器 0x80 + PD 覆盖寄存器偏移 0x05) 处的器件 0 和器件 1 组 0 寄存器进行广播写入，值为 0x80，以便将所有通道断电。

- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">85 80</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">85 80</i2c write>`

向通道寄存器 0x85 (通道基址寄存器 0x80 + PD 覆盖寄存器偏移 0x05) 处的器件 0 和器件 1 组 0 寄存器进行广播写入，值为 0x7F，以便为所有通道供电。

- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">85 7F</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">85 7F</i2c write>`

7.2 通过寄存器编程进行广播通道 CTLE 指数/平坦增益选择 (CTLE 指数 2，平坦增益 0dB)

要在所有通道上选择 CTLE 指数 2 和平坦增益 0dB：

向通道寄存器 0x81 (通道寄存器基址 0x80 + EQ 控制寄存器偏移 0x01) 处的器件 0 和器件 1 的组 0 寄存器进行广播写入，值为 0x98。在通道寄存器 0x83 (通道寄存器基址 0x80 + EQ/增益控制寄存器偏移 0x03) 处的器件 0 和器件 1 的组 0 寄存器进行广播写入，值为 0x05。

- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">81 98</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">83 05</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">81 98</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">83 05</i2c write>`

7.3 通过寄存器编程进行单个通道 CTLE 指数/平坦增益选择 (CTLE 指数 2，平坦增益 0dB)

要在单个通道 (通道 0) 上选择 CTLE 指数 2 和平坦增益 0dB：

在通道寄存器 0x01 (通道 0 基址寄存器 0x00 + EQ 控制寄存器偏移 0x01) 处的器件 0 组 0 和器件 1 组 0 寄存器上写入通道 0 寄存器，值为 0x98。- 在通道寄存器 0x03 (通道 0 基址寄存器 0x00 + EQ/增益控制寄存器偏移 0x03) 处的器件 0 组 0 和器件 1 组 0 寄存器上的通道 0 寄存器写入，值为 0x05。

- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">01 98</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x18" count = "0" radix="16">03 05</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">01 98</i2c write>`
- `<i2c_srite addr= "0x1A" count = "0" radix="16">03 05</i2c write>`

8 总结

本配置指南提供了在系统中设置和配置 TDP2004 所需的工具。请参阅本文档以及 [TDP2004 四通道 20Gbps DisplayPort 2.1 线性转接驱动器](#) 数据表、TDP2004 原理图检查清单和 [DS320PR410 编程指南](#)，了解更多信息。

9 参考资料

- 德州仪器 (TI)，[TDP2004 原理图检查清单](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI)：[TDP2004 四通道 20Gbps DisplayPort 2.1 线性转接驱动器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)：[DS320PR410 编程指南](#)。

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司