

TiMo 开发文档

本文档适用于**1.2.0.0**或更高版本的固件

什么是CRMX™

CRMX是Cognitive Radio

MultipleXer（具有认知功能的射频多路复用器）的缩写，它是首个能够实时、自动、连续地根据周围环境进行调整的智能无线系统。CRMX经过专门开发，能够满足对于可靠、易用且经济高效的无线照明控制的需求。

CRMX TiMo

继CRMXchip取得巨大成功后，LumenRadio在此基础上推出了TiMo，它是为实现大批量生产而设计的新一代无线DMX/RDM模块。TiMo外形小巧，但功能强大：具备与经典CRMX OEM模块相同的所有功能，而封装尺寸仅为33.5mm x 18.5mm。

TiMo完全符合ETSI EN 300 328

v2.2.2，且其射频模块获得FCC全面认证，功率达250mW（得益于LumenRadio的独特CRMX技术，达到了业内最大的输出功率）。

CRMX TiMo与运行CRMX²和CRMX

Classic的CRMX发射器完全兼容，并与在G3、G4、G4S或G5

2.4GHz模式下运行的无线解决方案中的发射器完全兼容，使单个无线组件能够最大限度提高固定装置间的兼容性。借助全套的OrCAD、Allegro和DXF符号库，制造商可轻松将TiMo添加到其产品中，只需拖放到现有布局上即可。

功能与特性

- 支持ANSI E1.11 - DMX512-A和ANSI E1.20 - RDM
- 认知共存 - 动态避开已占用的频率
- DMX保真度和帧完整性

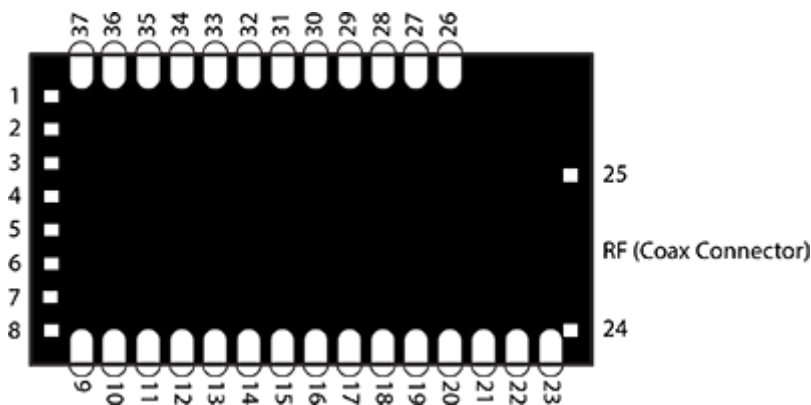
- DMX帧率和帧大小自动感测
- 固定的5 ms端到端延迟
- 通过自动检测，支持CRMX Classic和CRMX²
- 自动的向下（W-DMX™ G3、G4、G4S和G5）兼容模式
- 18.5 mm x 33.5 mm的小尺寸
- 集成式芯片天线和U.FL/IPEX外部天线连接器
- 所有配置数据都存储在非易失性存储器中，数据保留20年
- TiMo包含可升级的固件，能够适应未来需求
- 无线固件升级

引脚分配和引脚功能

本部分介绍引脚分配和引脚功能。

引脚分配

模块顶视图



/text in picture/

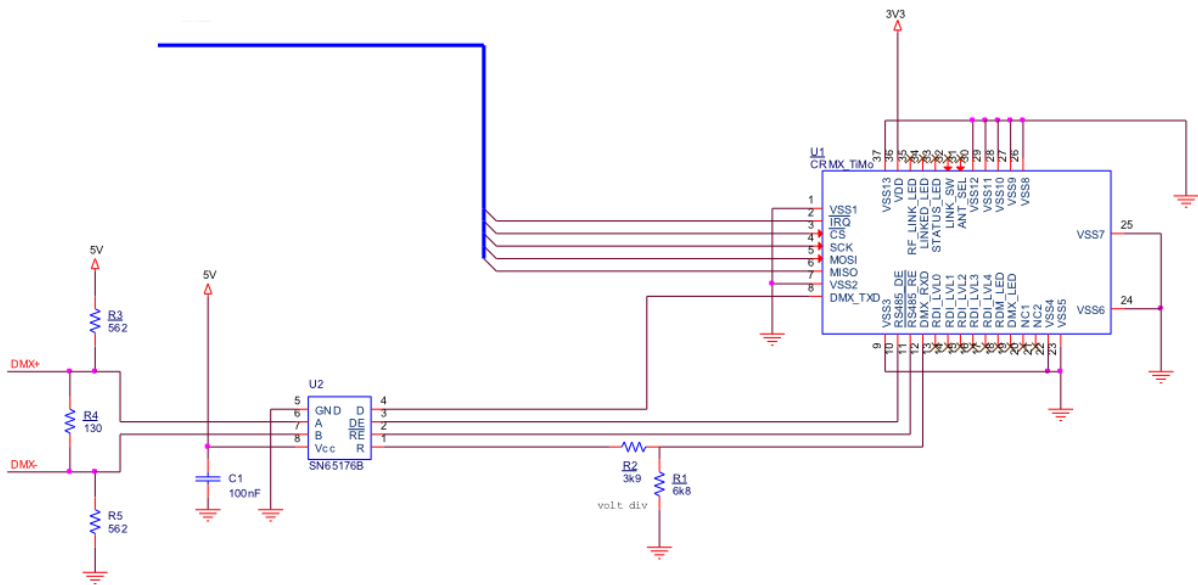
射频（同轴连接器）

引脚功能

引脚	名称	引脚类型	描述
1	VSS	电源	接地(0V)
2	IRQ	数字输出	中断信号，低电平有效
3	CS	数字输入	片选，低电平有效
4	SCK	数字输入	SPI 时钟
5	MOSI	数字输入	SPI 主机输出、从机输入
6	MISO	数字输出	SPI 主机输入、从机输出
7	VSS	电源	接地(0V)
8	DMX_TXD	数字输出	DMX TXD
9	VSS	电源	接地(0V)
10	RS485_DE	数字输出	RS485 驱动器控制信号
11	RS485_RE	数字输出	RS485 驱动器控制信号
12	DMX_RXD	数字输入	DMX RXD (最大 3.3 V)
13	RDI_LVL0	数字输出	射频电平 LED
14	RDI_LVL1	数字输出	射频电平 LED
15	RDI_LVL2	数字输出	射频电平 LED
16	RDI_LVL3	数字输出	射频电平 LED
17	RDI_LVL4	数字输出	射频电平 LED
18	RDM	数字输出	RDM LED
19	DMX	数字输出	DMX LED
20	N.C.	不连接	请勿连接
21	N.C.	不连接	请勿连接
22	VSS	电源	接地(0V)
23	VSS	电源	接地(0V)
24	VSS	电源	接地(0V)

引脚	名称	引脚类型	描述
25	VSS	电源	接地(0V)
26	VSS	电源	接地(0V)
27	VSS	电源	接地(0V)
28	VSS	电源	接地(0V)
29	VSS	电源	接地(0V)
30	VSS	电源	接地(0V)
31	ANT_SEL	数字输入	射频天线选择
32	LINK_SW	数字输入	链路控制开关输入
33	STATUS_LED	数字输出	状态 LED
34	LINKED	数字输出	已连接至发射器 LED
35	RF_LINK	数字输出	射频链路 LED
36	VDD	电源	电源(3.3V)
37	VSS	电源	接地(0V)
ANT	RF ANT	射频	天线连接器

典型应用电路



参考设计和 PCB 安装

参考设计文件

LumenRadio 提供完整的参考设计，其中包括 PCB 布局和 PCB 设计指南，以帮助简化集成工作。如需更多详细信息，请联系 LumenRadio。

PCB 安装

内部或外部天线

对于短距离 (≤ 100 米) 通信，内部天线表现良好，足以胜任。但如果要置于金属机箱内部，或需要覆盖更远的距离，外部天线必不可少。外部天线的工作频率必须至少在 2.4 – 2.48GHz 之间，并带有 50 Ω 的特性阻抗。

内部天线

如果考虑使用内部天线，产品外壳需采用不阻挡射频的材料。用于容纳 TiMo 的电路板需要进行相应设计，以使内部芯片天线能够高效辐射。应避免在天线芯片附近放置任何接地层。

在电路板上放置 TiMo 时：

- 将该模块放置在尽可能靠近主机电路板边缘的位置，且天线指向外侧。
- 注意，在模块的电路板上，芯片天线附近应没有接地层。
- 按照“布局示例”部分中的说明，移除主电路板上的任何铜。

- 避免使用金属结构，比如将硬件安装在靠近天线芯片的位置。

主电路板的布局考虑因素

TiMo 经过专门设计，旨在实现良好的射频性能。为了维持良好的射频性能，我们想要着重介绍一些指导原则：

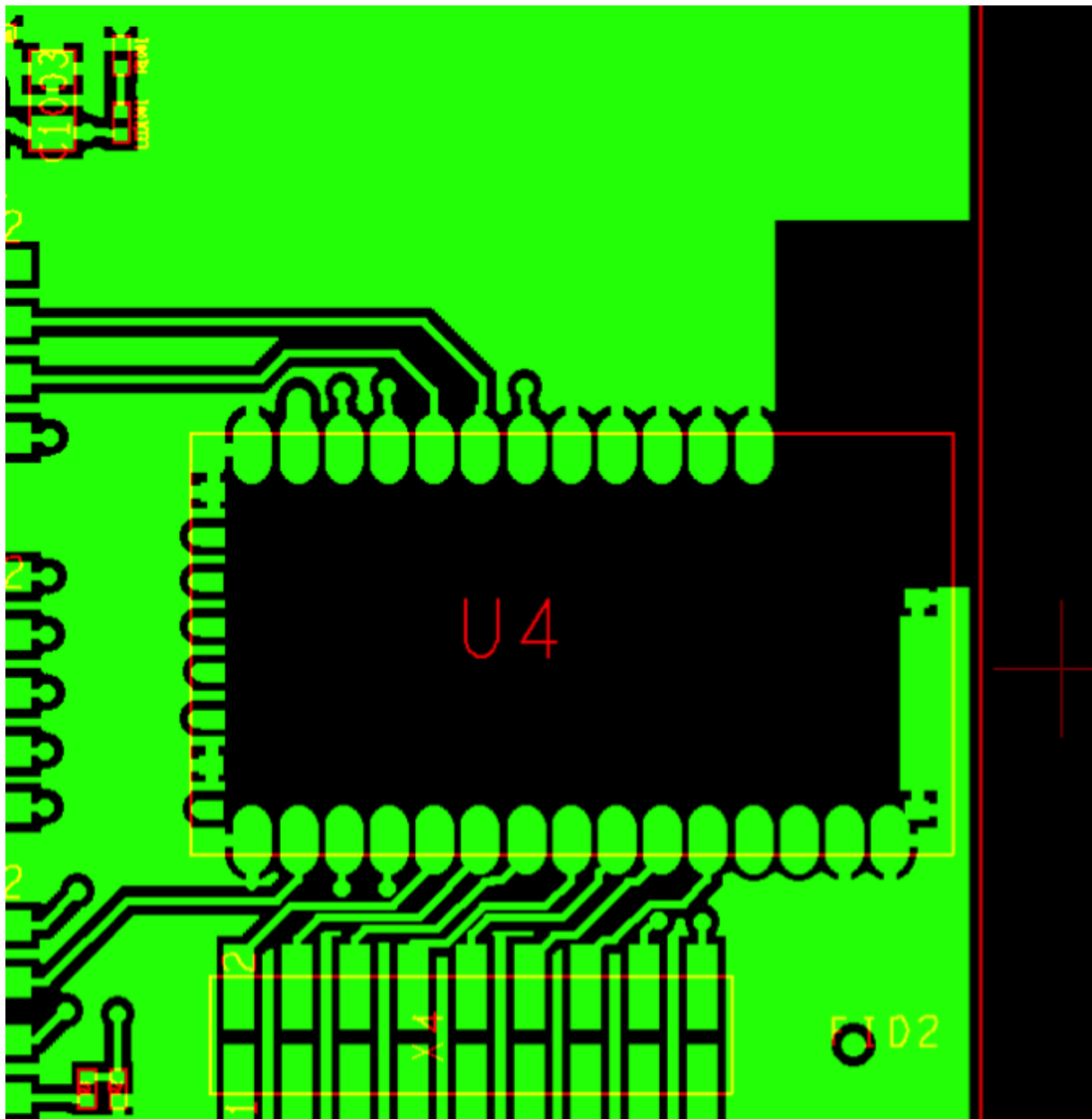
再三强调，需要注意主电路板上使用的接地层。任何高速数字电路必须良好去耦。如今，通过时钟或谐波，许多嵌入式微处理器的时钟频率可达到 GHz 范围。嵌入式设计即便通过了任何 EMC 认证，仍有可能引起干扰，以致屏蔽 TiMo 模块的射频接收。TiMo 接收器的灵敏度为 -96dBm，因此在工作频率范围内，建议将干扰保持在 -100dBm 以下。

连接至频谱分析仪的近场探针将显示，微处理器或主电路板上放置的任何其他器件是否在 2.45 GHz 频带上产生任何干扰。请特别留意现成的 LAN 产品，尤其是“使用 RJ 连接器的服务器”。它们虽然通过了 EMC 认证，但其中一些产品在 2.45 GHz 时的射频性能糟糕。如果在频谱分析仪上能看到干扰，则表示 TiMo 模块的接收能力受损。

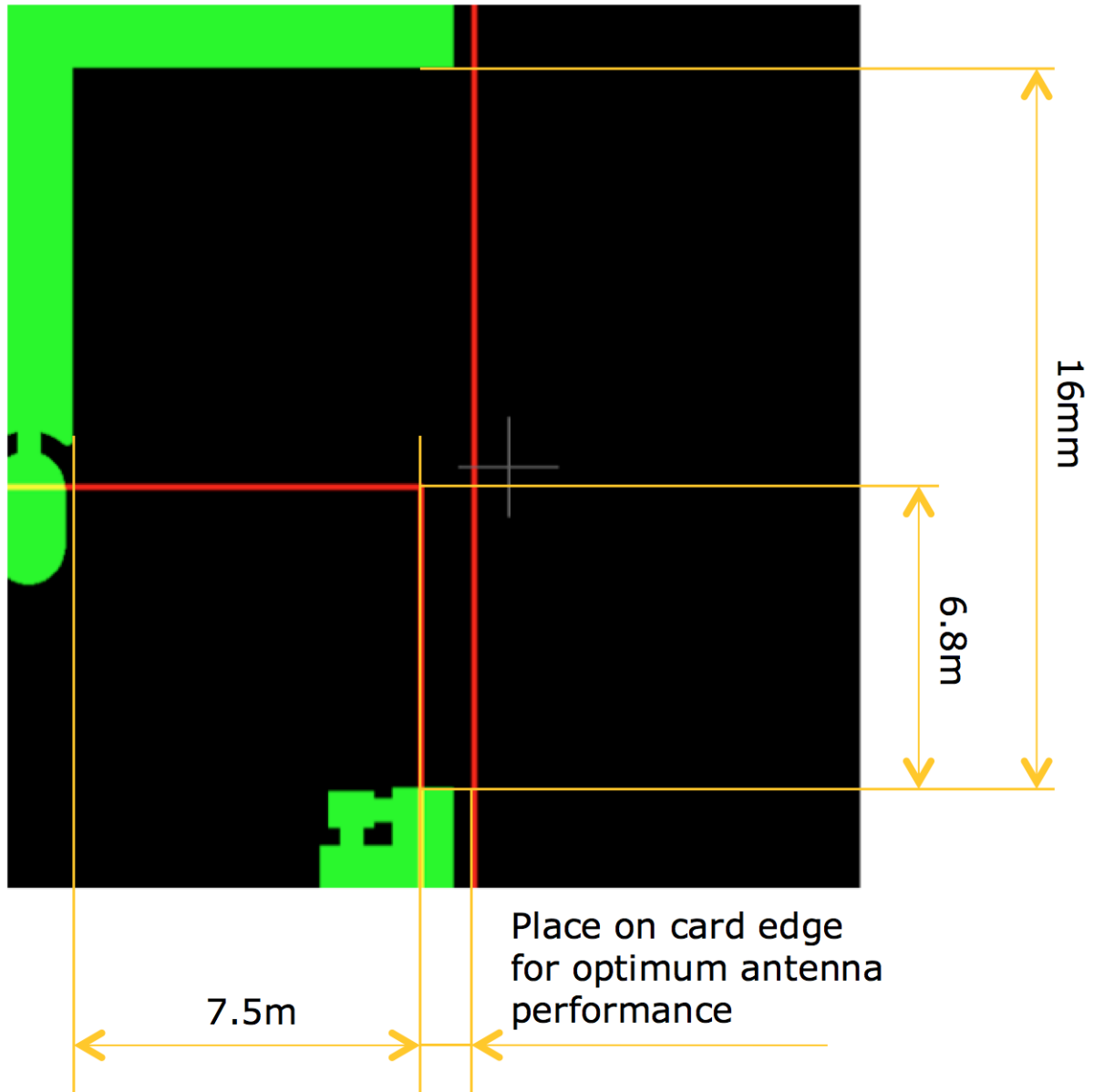
TiMo 在电路板上具有供电电压去耦作用。供电电压仍需要经过充分滤波。如果出现任何干扰或间歇性通信故障，其中一个故障排除步骤是检查供电电压是否出现压降、开关电源纹波等。

布局示例

1. 封装内部的顶层不得含有铜。TiMo 包含接地层，但也有供电线。依赖阻焊油墨进行隔离会带来不必要的风险。
2. 如下图所示，在所有层上，天线周围的区域不得存在铜。



下图展示了为获得最佳天线性能，接地层间隙的最小尺寸：



/TEXT IN PICTURE/

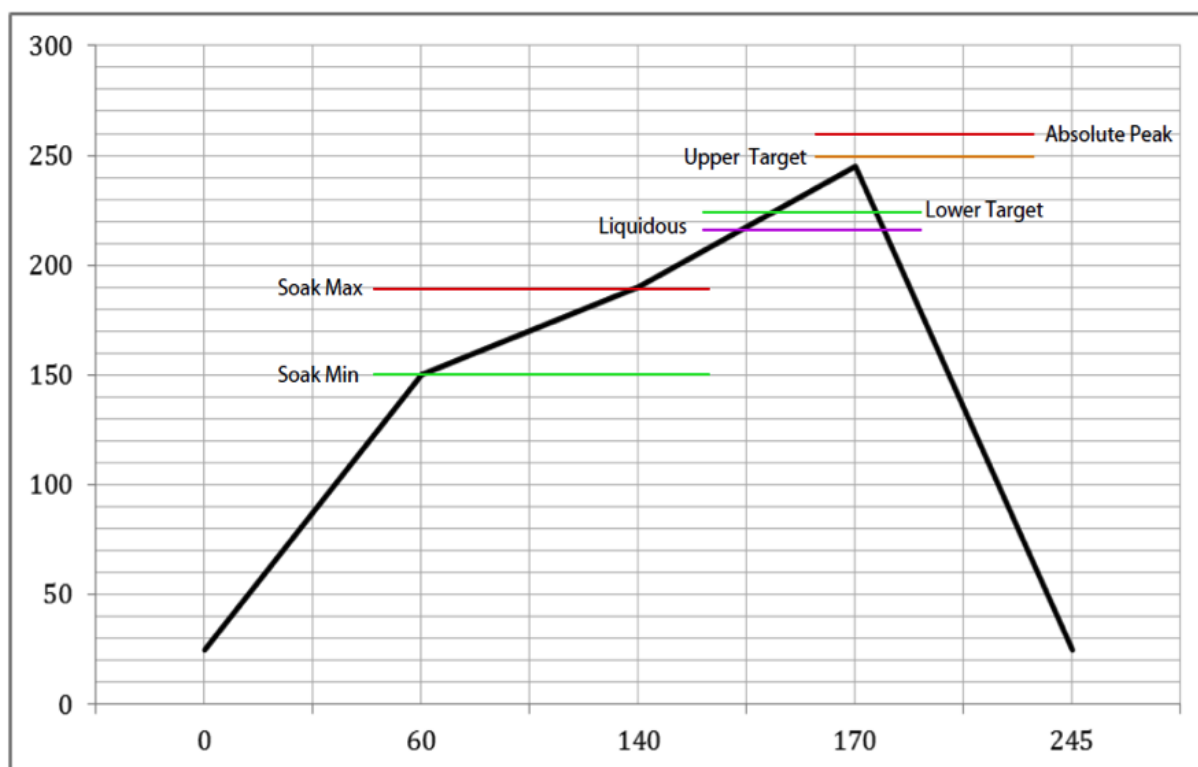
放置在卡的边缘，以获得最佳天线性能

回流焊

TiMo回流焊规范

TiMo是一款表面贴装器件(SMD)，旨在轻松集成到大批量生产线中，包括回流焊到PCB。最终由客户负责选择合适的焊膏，并确保在回流过程

中，炉温符合焊膏的要求。在回流温度方面，TiMo模块符合JSTD-020D1标准。



/text in chart/

Absolute peak	绝对峰值
Upper target	目标上限
Lower target	目标下限
Liquidous	液相线
Soak Max	浸泡最大值
Soak Min	浸泡最小值

温度不得超出下表中提供的最小值或最大值

规范	值	单位
温度上升/下降速率（最大值）	3	°C/秒
温度下降速率（目标）	2-3	°C/秒
浸泡温度上升速率（目标）	0.5 – 1.0	°C/秒
助焊剂浸泡时长（最小值）	70	秒
助焊剂浸泡时长（最大值）	120	秒
助焊剂浸泡温度（最小值）	150	°C
助焊剂浸泡温度（最大值）	190	°C
液相线以上时间（最大值）	70	秒
液相线以上时间（最小值）	50	秒
目标回流范围内的时间（目标）	30	秒
绝对峰值时间（最大值）	5	秒
液相线温度(SAC305)	218	°C
目标回流温度下限	225	°C
目标回流温度上限	250	°C
绝对峰值温度	260	°C

LED 输出

状态 LED

“状态 LED”(STATUS_LED)用于指示 TiMo 模块的状态。LED 指示灯引脚是输出引脚，能够在 V_{DD} 电压时供应 5mA 的电流。必须有适当的限流电阻与该 LED 进行串联。使用基于链路开关的 flex 模式切换方法时，也使用此 LED；请参考第 25 页，了解详细信息。

接收器



常闭(0V)：未连接至任何发射器



闪烁：关闭(0V) 100 ms/打开(V_{DD}) 100 ms：已连接至发射器，但无有效的射频链路



闪烁：关闭(0V) 900 ms/打开(V_{DD}) 100 ms：有效的射频链路，DMX 不存在



常开(V_{DD})：有效的射频链路，存在 DMX 数据

发射器¹



闪烁：关闭(0V) 900 ms/打开(V_{DD}) 100 ms：有效的射频链路，DMX 不存在



常开(V_{DD})：有效的射频链路，存在 DMX 数据



闪烁：关闭(0V) 100 ms/打开(V_{DD}) 100 ms：正在连接接收器



闪烁：关闭(0V) 200 ms/打开(V_{DD}) 200 ms：正在取消与接收器的连接

已连接¹

接收器¹

“已连接 LED”(LINKED)用于指示 TiMo 是否连接到发射器，或者是否可供连接。该引脚上的高电平(V_{DD})表示已连接状态；低电平(0V)表示 TiMo 模块未连接。

发射器

该引脚上的高电平(V_{DD})表示正在进行连接活动；低电平(0V)表示 TiMo 模块目前未执行连接活动。

射频链路

接收器

射频链路 LED 输出(RF_LINK)上的高电平(V_{DD})表示，接收器在已连接的发射器的范围内，并且存在来自发射器的有效射频链路。

发射器

射频链路 LED 输出(RF_LINK)上的高电平(V_{DD})表示，存在有效的射频链路。

DMX LED

“DMX LED”(DMX_LED)用于指示是否接受到有效的 DMX 流。高电平(V_{DD})表示存在 DMX，低电平(0V)表示不存在有效的 DMX。

RDM LED

RDM LED 输出(RDM_LED)上的高电平(V_{DD})表示，TiMo 正在进行 RDM 活动。

射频电平

TiMo 有 5 个输出信号，用于以条形图的形式控制射频电平 LED ($RDI_LVL0 - RDI_LVL4$)。下表显示了这些信号的操作和建议的 LED 颜色。这些信号仅用于接收器。

信号名称	建议的 LED 颜色	当信号质量达到以下条件时打开
RDI_LVL0	红色	低于 10%
RDI_LVL1	黄色	20%以上
RDI_LVL2	绿色	40%以上
RDI_LVL3	绿色	60%以上
RDI_LVL4	绿色	80%以上

链路开关和天线选择器

链路开关输入

链路开关输入(*LINK_SW*)可用于与瞬变（单稳态）按键连接，以帮助实现简单的用户界面。此方案可替代SPI接口来集成到主机器件的菜单系统中。

应使用4.7kΩ-10kΩ的外部电阻将该信号拉到V_{DD}，以确保正常运行。

该开关输入具有多个功能，请参见下表，详细了解该开关输入的功能。

功能	条件
连接	仅适用于发射器。将信号拉低（按下按钮）0.1-1秒。
取消连接	使信号低电平（按下按钮）保持>3秒。
更改RX/TX模式	请参见 模式选择 ，了解更多信息
更改TX协议	请参见 协议选择 ，了解更多信息
强制驱动器更新模式	在通电期间，保持信号低电平（按下按钮）。

天线选择

天线选择输入可用于选择在TiMo上使用的射频天线。该引脚在内部拉高，意味着外部U.FL/IPEX连接器是默认选项。通过写入ANTENNA寄存器，可覆盖该引脚。请参见第19页，了解详细信息。

功能	条件
高电平（逻辑1）	外部U.FL/IPEX连接器（默认）
低电平（逻辑0）	内部芯片天线

连接密钥

连接接收器

连接密钥可作为一种简单的连接方式，将接收器连接到发射器，而无需在发射器上启动连接过程。用户只需在接收器中输入代码，然后接收器就会连接至具有相同代码的发射器。

注：发射器必须设置连接密钥，才能实现这一操作。

注：当发射器使用连接密钥时，仍可通过传统方式连接接收器。

复制发射器

要在支持此功能的发射器上复制发射器，连接密钥也是一种简便的方法。在两个或更多发射器中输入 8 位数连接密钥代码后，它们将表现得像是同一个发射器。

这样，发射器可位于不同的物理位置，并在不同位置之间移动已连接的接收器，而无需重新连接接收器。

域元数据

域元数据

CRMX 发射器可能会传输一些域元数据信息，以用于在接收器端识别接收到的域。这些信息包括：

- **域名称**：16 个字符的字符串，这是人类可读的名称，用于识别域。
- **域颜色**：LED 的 RGB 代码，便于按颜色目视识别域。

域名称

域名称最多包含 16 个字符，这是 CRMX 域的文本名称。在 RX 模式下工作时，通过读取域名称寄存器可获取该信息。在 TX 模式下，可写入 UNIVERSE_NAME 以将域名称传输至接收器。

域颜色

域颜色有助于识别哪些接收器连接到特定的发射机。通过在发射器上选择颜色，无论是通过 SPI 进行配置，还是通过 CRMX Toolbox 应用进行选择，该颜色编码会自动分配至所有已连接的接收器。

在 TiMo 接收器中，该 RGB 代码可通过 SPI 接口读取。

SPI 接口

通过 SPI 接口，能够访问 TiMo 模块的所有功能。该接口由 5 个数字信号组成（V_{DD} 最大值）：

- **IRQ** – 中断信号。低电平有效，可通过中断掩码寄存器配置
- **CS** – SPI 片选，低电平有效
- **SCK** – SPI 时钟输入

- **MOSI** – SPI 数据输入
- **MISO** – SPI 数据输出

接口描述

位和字节顺序

SPI 总线上的数据逐个输入，先输入最高有效位。所有多字节寄存器数据按大端字节顺序发送。

时钟极性

在 **SCK** 从低电平跳变至高电平的过程中，数据有效。这也被称为时钟保持高电平有效，其中有效数据位于时钟上升沿。

最大时钟频率

TiMo 支持的最大时钟频率为 **2MHz**。如果时钟频率超出此限制，可能会导致意想不到的行为发生。

设置时间

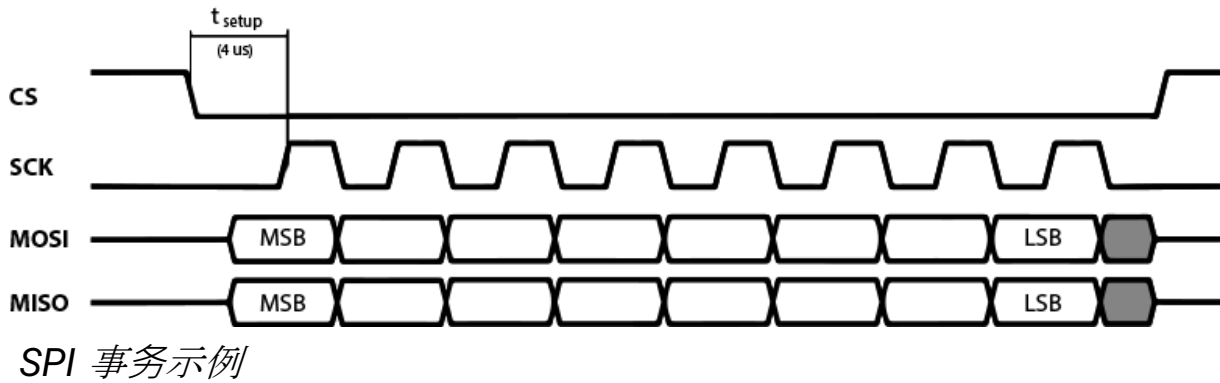
CS 信号从高电平跳变至低电平后，SPI 从机的设置时间为 **4 μs**。

SPI 操作

SPI 事务

所有 SPI 事务从 **CS** 引脚上的高电平至低电平跳变开始。在整个 SPI 事务期间，**CS** 引脚必须保持低电平。

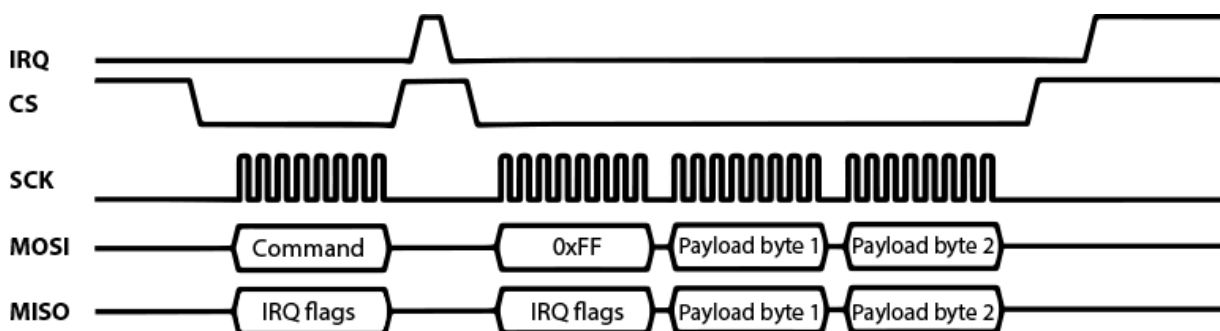
作为每个事务的第一个字节，**IRQ_FLAGS** 寄存器始终移出。



SPI 命令

除 NOP 命令以外的所有 SPI 命令序列由**两个** SPI 事务组成。第一个事务的长度应为一个字节，这是命令字节。第二个事务是有效载荷。只有在 TiMo 模块通过 IRQ 引脚上的高电平至低电平跳变确认该命令后，第二个事务才能**开始**。在第二个事务中，将忽略发送至 TiMo 的第一个字节，但建议将该字节作为 0xFF 发送。请参见下图，查看完整 SPI 命令序列的示例。

注：必须观察 IRQ 标志寄存器中的位 7。在该位中，“1”表示 SPI 从模块无法处理当前事务，必须重新**开始**整个命令序列，也就是再次发送命令事务。



*SPI 命令序列示例，其中，序列**开始**时 IRQ 待处理*

下表列出了可用的 SPI 命令。

命令	二进制值	注释
WRITE_REG	01AA AAAA	写入寄存器。AAAAAA = 6 位寄存器地址。

命令	二进制值	注释
READ_REG	00AA AAAA	读取寄存器。AAAAAA = 6 位寄存器地址。
READ_DMx	1000 0001	从 DMX_WINDOW 寄存器设置的窗口中读取最后接收到的 DMX 值。
READ_ASC	1000 0010	读取最后接收到的 ASC 帧。
READ_RDM	1000 0011	读取接收到的 RDM 请求。
WRITE_DMx	1001 0001	将 DMX 写入内部 DMX 生成缓冲区。
WRITE_RDM	1001 0010	写入 RDM 响应。
NOP	1111 1111	无操作。可用作读取 IRQ_FLAGS 寄存器的快捷方式。

寄存器映射

下表中所有未定义的位应被视为保留位，以备日后使用：与读取无关，以 0 写入。

请勿读取或写入未定义的寄存器，否则可能会导致未定义的行为发生。

地址（十六进制）	助记符	位编号	类型	复位值	描述
00	CONFIG				配置寄存器
	UART_EN	0	R/W	1	使能 DMX 帧的 UART 输出（RDM 需要）。 0 = 已禁用，1 = 已使能
	RADIO_TX_RX_MODE	1	R/W	-	0 = 接收器，1 = 发射器
	保留	2	-	-	保留供将来使用
	SPI_RDM	3	-	-	0 = 使用 UART RDM，1 = 使用 SPI RDM
	保留	4-6	-	-	保留供将来使用
	RADIO_ENABLE	7	R/W	1	使能无线操作。 1 = 已使能，0 = 已禁用
01	STATUS				状态寄存器

地址（十六进制）	助记符	位编号	类型	复位值	描述
	LINKED	0	R/W	-	0 = 未连接，1 = 已连接至 TX（或配对） 写入 1 以取消连接
	RF_LINK	1	R	0	0 = 没有射频链路，1 = 有效的射频链路在发射器上，写入 1 以开始连接
	IDENTIFY	2	R	0	0 = 未识别，1 = RDM 识别有效
	DMX	3	R	0	0 = 无可用的 DMX，1 = DMX 可用
	保留	4-6	-	-	保留供将来使用
	UPDATE_MODE	7	R	0	0 = 芯片可操作，1 = 处于驱动器更新模式
02	IRQ_MASK				IRQ 掩码寄存器
	RX_DMx_IRQ_EN	0	R/W	0	使能 DMX 帧接收中断
	LOST_DMx_IRQ_EN	1	R/W	0	使能 DMX 丢失中断
	DMX_CHANGED_IRQ_EN	2	R/W	0	使能 DMX 变更中断
	RF_LINK_IRQ_EN	3	R/W	0	使能射频链路状态变更中断
	ASC_IRQ_EN	4	R/W	0	使能替代起始码中断
	IDENTIFY_IRQ_EN	5	R/W	0	使能识别器件中断
	EXTENDED_IRQ_EN	6	R/W	0	使能扩展中断
	保留	7	-	-	保留供将来使用
03	IRQ_FLAGS				IRQ 标志寄存器
	RX_DMx_IRQ	0	R	0	完整 DMX 帧接收中断
	LOST_DMx_IRQ	1	R	0	DMX 丢失中断
	DMX_CHANGED_IRQ	2	R	0	DMX 窗口中的 DMX 变更中断
	RF_LINK_IRQ	3	R	0	射频链路状态变更中断
	ASC_IRQ	4	R	0	替代起始码帧接收中断

地址（十六进制）	助记符	位编号	类型	复位值	描述
	IDENTIFY_IRQ	5	R	0	识别器件状态变更中断
	EXTENDED_IRQ	6	R	0	扩展中断
	SPI_DEVICE_BUSY	7	R	0	SPI 从机器件繁忙，无法遵守命令。必须重新开始命令序列。
04	DMX_WINDOW				状态寄存器
	WINDOW_SIZE	0-15	R/W	512	DMX 窗口的长度
	START_ADDRESS	16-31	R/W	0	DMX 窗口的起始地址
05	ASC_FRAME				ASC 帧信息寄存器
	START_CODE	0-7	R	0	已接收的 ASC 帧的起始码
	ASC_FRAME_LENGTH	8-23	R	0	已接收的 ASC 帧的长度(0-512)
06	LINK_QUALITY				射频链路质量寄存器
	PDR	0-7	R	-	数据包交付率（显示为%） 0 = 0%， 255 = 100%
07	ANTENNA				天线选择寄存器
	ANT_SEL	0	R/W	0/1	0 = 板载芯片天线， 1 = IPEX/u.FL 连接器
	保留	1-7	-	-	保留供将来使用
08	DMX_SPEC				DMX 参数寄存器
	N_CHANNELS	0-15	R/W	512	要生成的槽/通道数量
	INTERSLOT_TIME	16-31	R/W	0	槽间隔时间，以 μs 为单位
	REFRESH_PERIOD	32-64	R/W	25000	DMX 帧长度，以 μs 为单位
09	DMX_CONTROL				DMX 控制寄存器
	ENABLE	0	R/W	0	0 = 内部生成已禁用 1 = 内部生成已使能
	保留	1-7	-	-	保留供将来使用

地址（十六进制）	助记符	位编号	类型	复位值	描述
0A	EXTENDED_IRQ_MASK				扩展 IRQ 掩码寄存器
	RDM_REQUEST_EN	0	R	-	使能 RDM 请求中断
	保留	1-5	R/W	-	保留供将来使用
	UNIV_META_CHANGED_EN	6	R/W	0	使能域元数据变更中断
	保留	7-31	R/W	-	保留供将来使用
0B	EXTENDED_IRQ_FLAGS				扩展 IRQ 标志寄存器
	RDM_REQUEST	0	R	-	RDM 请求可用
	保留	1-5	R	-	保留供将来使用
	UNIV_META_CHANGED	6	R/W	0	域元数据已更改
	保留	7-31	R/W	-	保留供将来使用
0B	RF_PROTOCOL				射频协议寄存器
	TX_PROTOCOL	0-7	R/W	-	要传输的协议： 0 = CRMX 1 = W-DMX G3 3 = W-DMX G4S
10	VERSION				版本寄存器
	DRIVER_VERSION	0-31	R	-	驱动软件版本
	HW_VERSION	32-63	R	-	硬件版本
11	RF_POWER				射频电源寄存器
	OUTPUT_POWER	0-7	R/W	3	发射器模式下的射频输出功率
12	BLOCKED_CHANNELS				阻塞通道寄存器
	FLAGS	0-87	R/W	0	阻塞通道标志
20	BINDING_UID				RDM 绑定 UID 寄存器
	UID	0-47	R/W	0	主机器件的 RDM UID

地址（十六进制）	助记符	位编号	类型	复位值	描述
21	LINKING_KEY				连接密钥寄存器
	CODE	0-63	W	-	连接密钥 8 位数代码
	MODE	64-71	W	-	发射器模式 0 = CRMX Classic 1 = CRMX ²
	UNIVERSE	72-79	W	-	要连接的域编号。对应于 Stardust 的输出编号：0 = A，1 = B，以此类推
33	UNIVERSE_COLOR				域颜色寄存器
	RGB_VALUE	0-23	R/W	-	域颜色的 24 位 RGB 值。（仅在 TX 模式下可写入。）
37	UNIVERSE_NAME				器件名称
	UNIVERSE_NAME	0-255	R/W	-	16 个字符的字符串，以 null 结尾

中断

IRQ 引脚用于表示，已通过 IRQ_MASK 寄存器使能一个（或多个）待处理的中断。IRQ 引脚也用于表示，SPI 从机已准备好接收正在进行的 SPI 命令序列的第二个事务。

SPI 事务取得成功后，IRQ 引脚将始终保持高电平（无效）。如果有任何中断等待处理，或者当芯片准备好接收 SPI 命令序列中的第二个事务时，将通过 IRQ 引脚上的高电平至低电平跳变来表示。

RX_DMx_IRQ

接收到完整的 DMX 帧时置位。发出 READ_DMx 命令序列后清零。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

LOST_DMX_IRQ

DMX 流丢失时置位。这可能是射频链路丢失造成的影响，或者如果进入发射器的 DMX 流终止（例如，与发射器相连的 DMX 线缆未插电），也可能出现这一情况。读取 STATUS 寄存器后清零。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

DMX_CHANGED_IRQ

接收到完整的 DMX 帧并且 DMX 窗口中的任何槽更改了值时置位。发出 READ_DMX 命令序列后清零。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

RF_LINK_IRQ

每当射频链路的状态发生变化时置位。这可能是：

- 射频链路丢失
- 射频链路建立
- 接收器与发射器配对
- 接收器取消与发射器的配对

读取 STATUS 寄存器后清零。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

ASC_IRQ

接收到完整的 ASC 帧时置位。读取 ASC_FRAME 寄存器后清零。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

IDENTIFY_IRQ

TiMo 被告知开始或停止其器件识别步骤时置位。有关识别的更多信息，请参考“ANSI E1.20 - 2006/基于 USITT DMX512 网络的娱乐技术-RDM-远程器件管理”规范。

读取 STATUS 寄存器后，此位清零。

EXTENDED_IRQ

扩展的 IRQ 范围内存在 IRQ 时置位。读取 EXTENDED_IRQ_FLAGS 寄存器以获取更多详细信息。

扩展的 IRQ_MASK

EXTENDED_IRQ 寄存器用于控制和读取扩展中断，具体如下所示。

RDM_REQUEST

存在可供读取的 RDM 请求时置位。发出 READ_RDM_REQUEST 命令后，或者如果 RDM 请求超时，则清零。

UNIV_META_CHANGED

RX 模式下域颜色或域名称发生变化时置位。读取任何这些元数据寄存器后清零。

DMX 窗口寄存器

DMX_WINDOW 寄存器用于设置 DMX 窗口滤波功能。请参考第 20 页的 DMX 窗口相关部分，了解更多详细信息。

仅适用于 TiMo RX RDM 和接收器模式下的 TiMo FX。

天线选择

本寄存器允许控制是否正在使用与 IPEX/u.FL 连接器相连的板载芯片天线或外部天线。本寄存器可覆盖通过 ANT_SEL 引脚做出的选择。

ANT_SEL 引脚在内部拉高，以默认为 IPEX/u.FL 连接器。

DMX 参数寄存器

本寄存器用于设置 DMX 的参数，这些是 TiMo 在发射器模式下使用 SPI 传输 DMX 数据时将生成的参数。所有时序在 TiMo 内部生成。

槽数

要生成的槽数（起始码除外）。

槽间隔时间

槽间隔时间以微秒为单位，这是指从一个槽的最后一个停止位结束到下一个槽的启动位上升沿之间的时间。

如果值为 0，意味着启动位间隔 44 μ s。

刷新周期

刷新周期是指从一个暂停开始到下一个暂停开始之间的时间，单位为微秒。如果值为 25,000，则刷新率为 40Hz，如果值为 100,000，则刷新率为 10 Hz，以此类推。

与槽数和槽间隔时间组合所允许的时间相比，如果选择的刷新周期更短，则生成的刷新周期会相应调整。

版本寄存器

本部分介绍可从 VERSION 寄存器读取的数据。

硬件版本[¶]

硬件版本是 32 位数字，应转换为字符串。这表示 TiMo 模块的版本号。例如，十六进制形式的 32 位值 0x000A0001 对应于模块版本“000A0001”。

驱动器版本[¶]

驱动器版本是 32 位值，应转换为 X.Y.Z.Y 形式的字符串，其中 X 是该 32 位版本号的最高有效字节，Y 是最低有效字节。例如，在任何 UI 或任何书面表示中，32 位值 0x01000103 应表示为 1.0.1.3。

射频协议[¶]

在 TX 模式下，可以选择器件应传输哪些协议（CRMX、W-DMX G3 或 W-DMX G4S）。对该寄存器进行写操作可以实现上述目的。

仅适用于 TX 模式下的 TiMo FX。

连接密钥[¶]

写入连接密钥寄存器后，将使用连接密钥启动连接过程。

写入以下信息：- **代码**：8 位数密钥代码。- **模式**：发射器的工作模式：CRMX²或 CRMX Classic。- **域**：链路要连接到的域编号。

代码[¶]

该代码是编码为 8 个字节的 8 位数代码。例如，12345678 写为 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08。

模式[¶]

为了正确连接，需要写入发射器的模式。- 0x00：CRMX Classic - 0x01：CRMX²

域¹

该字段对应于 **Stardust** 的输出编号，但采用零索引。如果连接到 **Stardust** 的第一个输出，则将 0x00 写入该字段，对于输出 2，写入 0x01，以此类推。注：在 **CRMX Classic** 模式下，仅每隔一个值（0x00、0x02、0x04、0x06）可用。

如果连接到单个域发射器，例如 **Aurora**，仅域 0x00 和 **CRMX Classic** 模式可用。

阅读[连接密钥](#)部分，了解更多信息。

仅在 **RX** 模式下可用

射频输出功率¹

在发射器模式下，可通过写入该寄存器来控制输出功率。复位值为 18dBm，当使用 2dBi 天线时，此值会产生符合 ETSI 的 100mW。

值	连接器的输出功率	来自 2dBi 天线的输出功率
0	24 dBm/250 mW	26 dBm/400 mW
1	22 dBm/160 mW	24 dBm/250 mW
2	20 dBm/100 mW	22 dBm/160 mW
3	18 dBm/65 mW	20 dBm/100 mW
4	14 dBm/25 mW	16 dBm/40 mW
5	10 dBm/10 mW	12 dBm/16 mW

仅适用于 **TiMo FX**。

阻塞通道¹

在发射器模式下，传输通道可被阻塞。TiMo 始终使用 LumenRadio 获得专利的认知共存技术，但仍允许通道完全阻塞。一个通道的宽度为 1MHz，传输通道为 2402-2480MHz，由通道数 2-80 表示。

要阻塞通道，将 1 写入 BLOCKED_CHANNELS 寄存器中的对应位。如果写入 0，则允许再次使用该通道。

通道 2 由字节 0 中的位 2 表示，通道 24 由字节 3 中的位 0 表示，以此类推。

在任何给定点，必须使能至少 16 个通道。如果使用的通道少于 16 个，TiMo 将复位该寄存器，并允许在所有通道上传输。

字节数	通道数
0	2-7
1	8-15
2	16-23
3	24-31
4	32-39
5	40-47
6	48-55
7	56-63
8	64-71
9	72-79
10	80

(忽略位 0、1、81 及以上)

仅适用于 TiMo FX。

绑定 UID

绑定 UID 寄存器可通过主机处理器写入，以匹配固定装置的 RDM UID。因此，SuperNova 将在 UI 表示中将器件梳理到一起，从而提供更易于使用的界面，优化用户体验。

仅适用于 **TiMo RX RDM** 和接收器模式下的 **TiMo FX**。

DMX 接口

本章介绍 TiMo 模块上提供的两个单独的 DMX 接口。

SPI

在接收器模式下，DMX 数据可通过 SPI 读取。这适用于 Null 起始码 (NSC) 数据和替代起始码 (ASC) 数据。

在发射器模式下，NSC 数据可通过 SPI 写入。

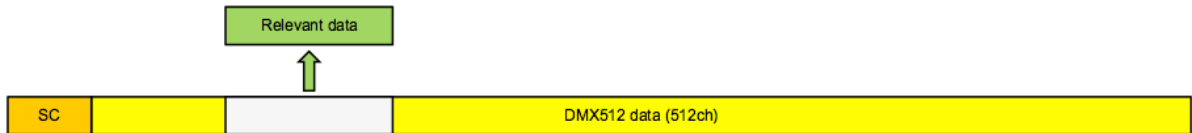
DMX 窗口

通过 DMX 窗口功能，主机 CPU 可设置主机关注的一系列 DMX 槽（即 DMX 窗口）。由于无需缓冲和解析整个 DMX 帧，这将减轻主机的负载。

相反，每当 DMX 窗口内的数据发生变化时，主机会收到来自 TiMo 的中断请求 (DMX_CHANGED_IRQ)。

RX_DMX_IRQ 不受 DMX 窗口设置的影响。

DMX 窗口功能仅在接收器模块和在接收器模式下工作的 TiMo FX 中可用。



/text in picture/

相关数据

DMX512 数据(512ch)

通过 SPI 读取 DMX 数据 (RX 模式) [¶](#)

通过 SPI 读取 DMX 数据时，可读取的最长数据块为 128 字节。如果需要读取超过 128 字节的数据，必须通过执行多个连续 READ_DMx 命令序列来完成。

达到 DMX 窗口末端时，或者有任何其他命令发送到 SPI 从机时，内部数据块计数器会复位。

请注意，目前不支持通过 SPI 接口收发 RDM 起始码消息，因此 RDM 通信应通过 UART DMX/RDM 接口进行（引脚 8、10、11 和 12）。

通过 SPI 写入 DMX (TX 模式) [¶](#)

首先，需要在 DMX_SPEC 寄存器中配置正确的 DMX 规范，然后，可使用 WRITE_DMx 命令写入数据。数据以数据块的形式写入，一次不超过 128 个槽。要写入包含 512 个槽的完整域，必须连续调用 4 次 WRITE_DMx，每次 128 个槽。

可以写入更小的数据块，但不得超过 128 个槽。

UART DMX/RDM 接口 [¶](#)

TiMo 模块的 UART DMX/RDM 接口由 4 个数字信号组成，这些信号可用于连接符合 ANSI E1.11 DMX512-A 标准的 RS485 驱动器 IC，以实现

与 DMX512-A 兼容的接口。请参考第 7 页上的原理图示例，详细了解如何连接 RS485 驱动器 IC。

DMX 接口还可用于直接连接到主机 CPU 等的 CMOS/TTL 电平。

注：RXD 引脚上的信号不得超过 VDD！如果使用 5V 信号，则必须使用电平转换电路。请参考第 7 页上的原理图示例，详细了解如何使用 5V IC。

DMX 和 RDM 端接与线路偏置¹

DMX 和 RDM 端接与线路偏置电路不作为 TiMo 的一部分提供（因为该数据在 TTL 电平提供）。对于每个特定应用和器件，该电路由器件制造商按需提供。

端接和线路偏置电路要求应遵循“ANSI E1.20 - 2006/基于 USITT DMX512 网络的娱乐技术-RDM-远程器件管理”或更高版本。

重要提示：所有 RDM 实现必须进行偏置。

DMX 帧率和帧大小¹

TiMo 将自动感测 DMX 帧率和帧大小，并接受符合 USITT DMX-512（1986 和 1990）与 DMX-512-A 标准的所有变体。

最小 DMX 帧大小为 1 个槽，最大为 512 个槽。

对于正常操作，最小 DMX 帧率为每秒 0.8 个帧，最大为每秒 830 个帧。

低于每秒 0.8 个帧的输入帧率，即自上一个帧开始以来已过去超过 1.25s，将被视为 DMX 丢失。在接收器模式下，TiMo 模块将 RS485 驱

驱动器 IC 设为高阻态/三态模式，直到检测到另一个 DMX 帧。在发射器模式下，TiMo 将使 RS485 驱动器保持输入模式。

CRMX 将在系统中传输 DMX，维持输入帧率和帧大小，但超出 DMX 512-A 标准允许范围的帧率除外。

超过每秒 830 个帧的输入 DMX 帧率将以每秒 830 个帧的速度在系统中传输，以确保 DMX 输出符合 DMX512-A 标准。

DMX 起始码帧

如果 DMX 数据包带有除 DMX 默认 0x00（也称为 Null 起始码或 NSC）和 RDM 起始码(0xCC)以外的起始码，则将在系统中传输，并且应遵守与 null 起始码数据包相同的规则和限制。此类帧被称为替代起始码帧或 ASC 帧。

RDM 起始码帧

作为代理功能的一部分，CRMX 系统中的发射器会对带有 RDM 起始码(0xCC)的帧进行单独处理。发射器无线管理 RDM 帧与 null 起始码数据包的交错，并且可能会与管理代理功能所需的其他 RDM 帧交错。由此造成的结果是，RDM 帧在 DMX/RDM 界面上的显示顺序与其在发射器输入中的显示顺序可能不同。

所有 RDM 帧按照 PLASA E1.20 标准进行处理。

在发射器模式下，TiMo FX 会丢弃所有带有 RDM 起始码(0xCC)和 RDM 初步起始码(0xF0)的帧。

替代起始码帧

ASC（替代起始码）帧可从 SPI 接口或 DMX/RDM 接口单独读取。通过 SPI，ASC_FRAME 寄存器包含有关最后收到的 ASC 帧的基本信息。本寄存器中提供的信息是起始码和长度（槽数）。

通过 SPI 读取 ASC 数据

通过 SPI 读取 ASC 数据时，可读取的最长数据块为 128 字节。如果需要读取超过 128 字节的数据，必须通过执行多个连续 READ_ASC 命令序列来完成。

达到 ASC 帧末端时，或者有任何其他命令发送到 SPI 从机时，内部数据块计数器会复位。

输出功率

接收器

在接收器模式下，无法直接控制 TiMo 模块的射频输出功率。相反，射频输出功率会自动调整，以匹配来自发射器的输出功率。

发射器

在发射器模式下，可使用 SPI 来控制 TiMo FX 的射频输出功率。请参见本文档 SPI 章节中的对应部分。

固件更新

TiMo 中的射频固件可更新。更新操作可通过 SPI 从固定装置中的主机处理器执行，可进行无线更新（针对接收器和接收器模式下的 FX），或者可通过 DMX/RDM 接口执行。

有关更新的详细信息，请联系[支持团队](#)。

DMX 接口

在 TiMo 中，更新固件的首选方法是通过 DMX 接口和 [CRXM Upgrade 线缆](#)进行更新。这要求能够从固定装置外部访问 DMX 接口。

请参见[链路开关部分](#)，了解如何将 TiMo 设为固件更新模式。

使用 [CRMX Update 实用程序](#)更新固件。

无线(OTA)

通过使用可从 LumenRadio 获取的一款特殊软件工具与 CRXM Upgrade 线缆，可对 TiMo FX 和 TiMo RX 进行无线更新。

SPI

定义

- FW_BLOCK_CMD_1 = 0x8E（大小 = 254 个字节）
- FW_BLOCK_CMD_2 = 0x8F（大小 = 18 个字节）
- CCI_CHUNK_SIZE = 272
- CCI_HEADER_SIZE = 4

考虑到 CCI 块必须作为两个部分发送，即 FW_BLOCK_CMD_1 和 FW_BLOCK_CMD_2，SPI 驱动器只能处理 255 个字节。

步骤1

1. 最高将 SPI 总线速度设为 2 MHz。
2. 将 TiMo 置于 UPDATE_MODE。方法是将 0x40 写入 CONFIG 寄存器(0x00)。
3. 等待至少 0.5s，因为设置了更新位后，模块将重启。现在，状态 LED 将缓慢闪烁。
4. 读取 STATUS 寄存器(0x01)并确保位 7 为高电平。
5. 打开.cci 固件文件，并跳过前 4 个字节。
6. 从固件文件中读取 254 个字节，并使用 SPI 命令 FW_BLOCK_CMD_1 将它们写入模块。
7. 读取接下来的 18 个字节，然后使用 SPI 命令 FW_BLOCK_CMD_2 写入模块。
8. 第一个数据块(254+18)是固件文件的头信息。每隔 16 个数据块后（头数据块后），模块将接收到的固件数据写入其内存，因此您必须等到写操作完成，然后才能发送后续的数据块（至少 100ms，建议 500ms）。
9. 如果未到文件末尾：转至步骤 6
10. 如果达到文件末尾：等待芯片完成更新，至少 1 秒钟。
11. 读取 STATUS 寄存器，以确保模块已退出更新模式。这意味着，模块已接收到所有固件字节，并且已验证其有效。现在，如果射频打开，状态 LED 应快速闪烁，或者完全不闪烁。
12. 读取 VERSION 寄存器以确认您已烧写所选固件。

Flex模式选择

本章介绍在不同**flex**模式（也称为工作模式）之间进行选择的不同方法。这仅适用于TiMo FX RDM。

Flex模式可利用三种不同方法进行控制：**SPI**、链路开关或数字引脚输入。

SPI

CONFIG寄存器中的位#1是读/写位，用于检查和控制**flex**模式。

值	模式
0	接收器
1	发射器

将值写入该位可能会改变**flex**模式，具体取决于当前**flex**模式。如果从接收器切换到发射器，或者从发射器切换到接收器，**TiMo**模块将重新初始化所选模式。然后，主机需要重新配置任何所需的设置。

如果将与当前值相同的值写入该位，则不采取任何操作。这意味着，可在不影响**flex**模式的前提下写入该寄存器中的其他位。

链路开关

在这一部分，使用“短按”和“长按”这两个术语。请参考下表以了解详细信息。

类型	开关闭合时间
短按	10 ms – 500 ms
长按	> 3 s

当射频模块处于发射器或接收器模式时，请按照以下步骤操作，更改**flex**模式：

1. 短按五(5)次，然后长按一(1)次将进入**flex**模式选择。
2. 现在，状态LED将开始闪烁，以指示当前选定的**flex**模式（请参考下图，了解详细信息）。
3. 每次短按将切换当前选定的**flex**模式。

4. 长按即可保存所选模式。这将保存所选模式，并重新初始化该模块。

如果在最后一次按下之后的**15秒**内未做出选择，模式选择将取消，并将恢复之前选择的flex模式中的正常操作。



闪烁：关闭(0V) 50 ms/打开(V_{DD}) 50 ms：已选择接收器模式



闪烁：关闭(0V) 500 ms/打开(V_{DD}) 500 ms：已选择发射器模式

数字输入

数字输入选择方法旨在用于不使用SPI的简单集成。该功能重载到SPI引脚上。

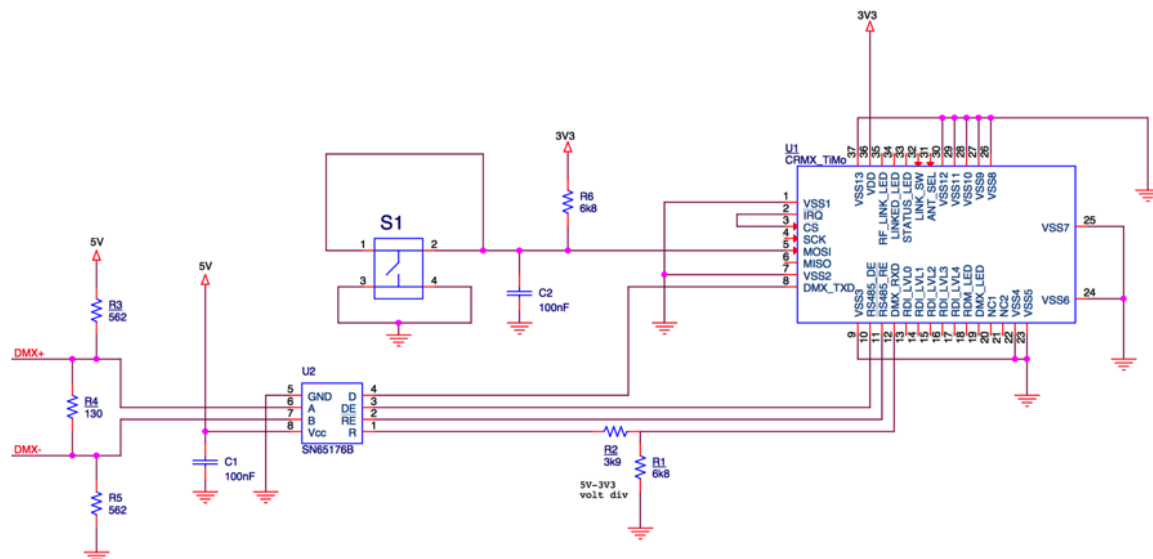
注：使用该方法时，SPI操作不可用。

要使能该模式，应将SPI引脚IRQ和CS连接在一起。在该模式下，MOSI用于控制flex模式。该引脚在内部拉至3.3V，因此如果MOSI未连接，模块默认为接收器模式。要使能发射器模式，请将MOSI信号拉至0V。

在该配置中，MISO和SCK不得连接。

请参考以下原理图示例，详细了解如何使用数字引脚选择方法。

MOSI引脚输入信号	模式
0 V	发射器
3.3 V	接收器



使用flex模式选择开关的示例

TX 协议选择

通过 SPI 更改协议

请参见 [SPI 接口](#) 页面。

通过链路开关更改协议

通过短按 3 次链路开关，然后按住该按钮并保持至少 3 秒，可进入 TX/RX 模式选择。STATUS LED 将以不同模式闪烁，以指示当前选定的协议。

短按链路开关可切换模式，按住链路开关并保持至少 3 秒可存储所选模式。



闪烁一次，然后暂停：已选择 W-DMX G3。

闪烁两次，然后暂停：已选择 W-DMX G4S。

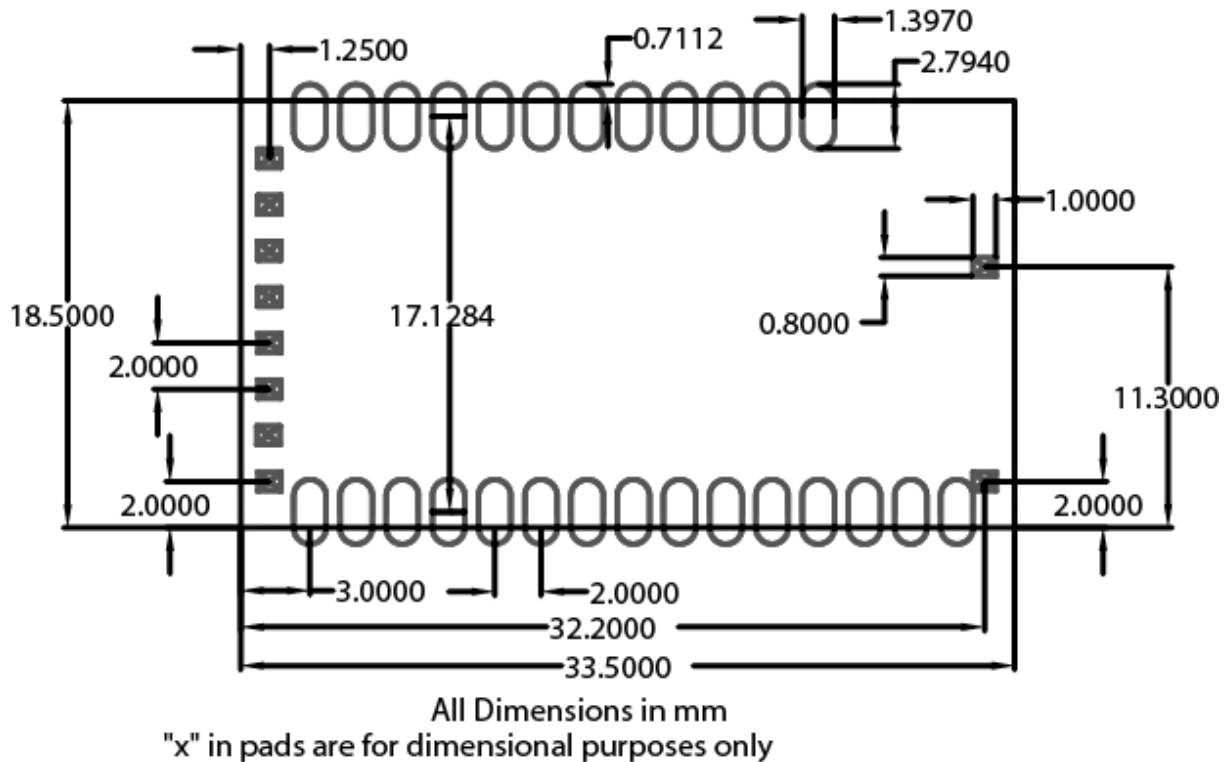
闪烁三次，然后暂停：已选择 CRMX。

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	供电电压	3.0	3.3	3.6	V
I_{DD}	供电电流 (TX模式)		150	250	mA
I_{DD}	供电电流 (RX模式)		70	150	mA
T_A	工作温度	-20		75	°C
V_{IL}	输入电压逻辑低电平	0		0.9	V
V_{IH}	输入电压逻辑高电平	2.5		3.3	V
I_{LED}	LED引脚上的最大电流驱动			5	mA
f_{range}	工作频率范围	2402		2480	MHz
RX_{sens}	接收器灵敏度(0.1% BER)		-93		dBm
TX_{pout}	TX输出功率	10		24	dBm
DMX_{size}	DMX帧大小 (不包括起始码)	0		512	
DMX_{rate}	DMX帧率	0.8		830	fps

规范

电气

机械



/text in picture/

全部尺寸均以毫米为单位

焊盘中的“x”仅用于说明尺寸

产品标记

应对包含TiMo模块的产品进行标记，以便于识别产品中是否包含LumenRadio的CRM技术。如需获取LumenRadio原图，请发送电子邮件至help@lumenradio.com联系我们

在营销材料中，射频链路应被称为“无线链路”、“LumenRadio无线DMX”、“CRM无线DMX”、“内含LumenRadio技术”、“由LumenRadio提供技术支持”或采用类似措辞。可在其他正文文本中说明这是DMX接收器。对于使用TiMo无线模块或其他CRM技术的产品，在任何相关材料中，不得将无线链路称为“W-DMX”、“WDMX”或仅称为“无线DMX”。

产品文档和菜单系统

在文档和菜单系统内提及TiMo模块和相关行为时，系统应被称为“无线链路”和/或“CRMX”（或其派生词），不得被称为“W-DMX”、“WDMX”或采用类似措辞，也不得仅称为“无线DMX”。接受“CRMX无线DMX”的说法。

下表包含建议使用的术语及定义。

术语	定义
CRMX无线链路	用于描述CRMX射频系统的顶层术语。
已连接	CRMX射频系统已与兼容发射器连接。
未连接	CRMX射频系统正在等待来自兼容发射器的连接。

徽标联合

在您的产品中使用CRMX模块即表示您成为LumenRadio的重要合作伙伴之一。我们的网站和目录中收录了大量合作伙伴徽标，预计您的徽标也将包含在其中。可向营销联系人员发送营销信息、徽标和案例研究，以便添加到未来的营销材料中。

验证与测试

设计验证

LumenRadio 在瑞典设立了一个完整的射频实验室，可提供设计验证和测试服务，请联系 LumenRadio 进行咨询。

生产测试

所有 CRMX 模块在发货之前，均经过出厂测试。然而，作为您的产品整体测试流程的一部分，建议开展一定级别的测试。LumenRadio 将非常乐意提供生产测试方面的建议，请联系 LumenRadio 进行咨询。

合规性信息

FCC 信息

面向用户的 FCC 信息

本产品不包含任何用户可维修的组件，只能与经过批准的天线一同使用。如果对产品进行任何更改或修改，将导致所有适用的监管认证和批准无效

FCC 人体暴露指南

该设备符合 FCC 针对非受控环境而规定的辐射限值要求。在此设备安装和工作的位置，发射器和人体之间应该保持至少 20 cm 的距离。该发射器不得与任何其他天线或发射器位于同一位置，也不得与任何其他天线或发射器结合使用。

FCC 符合性声明

我们(LumenRadio AB Svangatan 2B, 41668 Gothenburg, Sweden)对以下声明单独担责：800-8105 TiMo RX RDM 和 800-8106TiMo FX RDM 符合 FCC 规则第 15 部分。执行操作需满足以下两个条件：

- 该器件不得造成有害干扰；
- 该器件必须接受收到的任何干扰，包括可能导致工作不正常的干扰。

FCC 射频干扰警告和说明

该设备已通过测试，结果符合 FCC 规则第 15 部分关于 B 类数字器件的限制要求。这些标准旨在为住宅安装提供合理的保护，防止产生有害干扰。该设备使用并可能辐射无线射频能量，如不按照说明安装使用，则可能会对射频通信造成有害干扰。然而，不能保证特定安装模式可以完

全避免干扰。如果该设备确实对射频设备或电视机的接收形成干扰（可通过开/关该设备来**确定**），则建议您采用以下**某种或多种**方法来排除干扰：

- 调整接收天线的方向或位置
- 使本设备远离射频接收设备
- 把设备接入与射频接收器所连电路不同的电路插座
- 请咨询代理商或经验丰富的射频/电视机技术人员，以获得相关帮助。

未经 LumenRadio AB 明确批准对产品所做的任何修改，均可能导致用户丧失操作该设备的权限。

加拿大工业部声明¹

根据加拿大通信部关于射频干扰的规定，本数字设备符合射频噪声辐射的 B 级标准。

Le présent appareil numérique n'émet pas de bruits radioélectriques dépassant les limites applicables aux appareils numériques de la classe B prescrites dans le Règlement sur le brouillage radioélectrique édicté par le ministère des Communications du Canada.

CE¹

800-8105 TiMo RX RDM 和 800-8106 TiMo FX RDM 符合欧盟 RED（射频设备指令）的基本要求(2014/53/EU)。TiMo RX RDM 和 TiMo FX RDM 符合 ETSI EN 300 328 V1.8.1 与 ETSI EN 300 328 V2.2.2 射频性能一致性标准。

合规性标记¹

FCC 和加拿大工业部

作为单一模块化发射器，CRMX 模块已通过 FCC 认证。

CRMX 模块是经 FCC 认证的射频模块，其中包含“模块化”授权的 CRMX 射频模块，符合 FCC 认证的“意图性辐射器”部分（第 15c 部分）：第 15.247 部分发射器测试。

对于 CRMX 发射器（或者如果是 RDM 或 Flex 产品，则为收发器），包含 CRMX 模块的终端产品不需要进行额外的测试或授权。主机终端产品可使用经认证模块的 FCC ID 作为主机终端产品的 FCC ID。主机终端产品上必须粘贴标签，以显示 CRMX 模块的 FCC ID，该标签必须明显可见，以供批准

带有射频发射器的主机终端产品需要 FCC ID。

其他合规性事宜

对于其他本地合规性法规（CE、UL、CSA、SRRC、C-Tick 等），您作为产品制造商负责确保完成所有必需的合规性测试。LumenRadio 非常乐意提供合规性测试方面的建议，请联系 [LumenRadio](#) 了解详细信息。