
CLRC 663高效能非接触式读写卡机解决方案

3.6 版本 10.09.2013

产品数据表

1 序言

此文件描述非接触式读写卡机 CLRC663 之功能与电气规格。

2 概要描述

CLRC663 是高度集成的收发器芯片，用于 13.56 兆赫兹的非接触式通讯。CLRC663 收发器芯片支持下列操作模式

- 读写模式支持 ISO/IEC 14443A/MIFARE
- 读写模式支持 ISO/IEC 14443B
- JIS X 6319-4 读写模式支持（等效于FeliCa¹方案，请参阅章节 21.5）
- 相应于 ISO/IEC 18092 的被动发起方模式
- 读写模式支持 ISO/IEC 15693
- 读写模式支持ICODE EPC UID/EPC OTP
- 读写模式支持 ISO/IEC 18000-3 mode 3/ EPC Class-1 HF

CLRC663 能够透过内建发射器直接驱动外置天线与 ISO/IEC 14443A 或 MIFARE 卡片进行通信，而无需附加有源电路。数字模块负责全部的 ISO/IEC 14443A 组帧和错误检测功能（奇偶校验和 CRC 循环冗余校验）。

CLRC663支持MIFARE Classic 1K, MIFARE Classic 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE Ultralight C, MIFARE PLUS和 MIFARE DESFire产品。CLRC663支持MIFARE高达848k位元/秒的更高双向传输速度。

CLRC663支持ISO/IEC 14443B第2和第3层的读写通信方案，除了防碰撞（Anti-collision）功能。防碰撞功能需在主机控制器的固件及更上层中执行。

CLRC663能进行FeliCa编码信号的解调和解码。FeliCa接收器器件提供为FeliCa编码信号的解调和解码电路。CLRC663处理，如CRC的FeliCa的制定和错误检测。CLRC663支持FeliCa高达424k位元/秒的更高速双向传输速度。

¹下文内 FeliCa 将由 JIS X 6319-4 表示。

CLRC663支持与ISO/IEC 18092一致的P2P被动发起方模式。

CLRC663支持与ISO/IEC 15693, EPC UID和ISO/IEC 18000-3 mode 3/ EPC Class-1 HF一致的近距通信协议。

可支持下列主机接口

- 串行外设接口 (SPI)
- 串行UART (类似RS232, 电压高低由引脚电压决定)
- I2C总线接口 (包括两种模式: I2C和I2CL)

CLRC663支持安全访问模块 (SAM) 的连接。一个专用独立的I2C接口用以连接SAM。SAM可以使用于高安全的密钥存储和作为非常高性能的加密协处理器。NXP可提供专用的SAM用于连接CLRC663。

3 特性和优点

- 高射频输出功率的前端IC, 传输速度高达848 kbit/s
- 支持ISO/IEC 14443A/MIFARE, ISO/IEC 14443B和FeliCa
- 相符于ISO/IEC 18092的P2P被动发起方模式
- 支持ISO/IEC 15693, ICODE EPC UID和ISO/IEC 18000-3模式3/ EPC Class-1 HF
- 以读写模式支持MIFARE经典加密
- 低功耗卡片检测
- 符合“EMV非接触式协议规范V2.0.1”所要求的发射功率
- 天线连接仅需用最少量的外部元件
- 支持的主机接口:
 - ❖ SPI高达10 Mbit/s
 - ❖ I2C总线接口, 高速模式可达400 kBd, 超高速模式则可高达1000 kBd
 - ❖ RS232串行UART, 最高至1228.8 kBd, 电压水平由引脚电源电压决定
- 独立 I2C总线接口用于连接安全访问模块 (SAM)
 - ❖ 512字节大小的FIFO缓冲器提供最高通信性能
 - ❖ 灵活和高效的省电模式, 包括断电模式, 待机模式和低功耗卡片检测
- 由27.12 MHz晶振源通过集成的PLL产生系统时钟, 从而节省成本
- 3.3 V至5 V的电源
- 多达8个可自由编程的输入/输出引脚
- 与ISO/IEC 14443A/MIFARE卡的读写通信模式典型操作距离可达12厘米, 取决于天线的尺寸和调谐

4 快速参考数据

表1. 快速参考数据

符号	参数值	条件	最低	典型	最高	单位
VDD	电源电压		3	5	5.5	V
VDD (TVDD)	TVDD电源电压	[1]	3	5	5.5	V
VDD (PVDD)	PVDD电源电压		3	5	5.5	V
Ipd	断电电流	PDOWN 引脚输入高电平	-	8	40	nA
		[2]				
IDD	电源电流		-	17	20	mA
IDD (TVDD)	TVDD电源电流	[3] [4]	-	100	200	mA
Tamb	环境温度		-25	+25	+85	°C
Tstg	储存温度	无电源电压应用	-40	+25	+100	°C

[1] VDD (PVDD) 的伏特必须与VDD一样或更低

[2] Ipd 为所有电源电流总合

[3] IDD (TVDD) 取决于连接到TX1和TX2的VDD (TVDD) 及外部电路

[4] 典型值：假定输出为13.56 MHz的情况下并使用差分驱动，在引脚TX1和TX2之间的天线匹配电阻为40 Ω。

5 命令信息

表2. 命令信息

类型码	封装			
	名称	描述	12NC	版本
CLRC66301HN/TRAYB[1]	HVQFN32	塑料的热度强化极薄的四方扁平封装，无引线；MSL1，32个引脚+1个中心接地引脚；实体5x5x0.85毫米	9352 934 46551	SOT617-1
CLRC66301HN/TRAYM[2]			9352 934 46557	
CLRC66302HN/TRAYB[1]		塑料的热度强化极薄的四方扁平封装，无引线；MSL1，32个引脚+1个中心接地引脚；实体5x5x0.85毫米	9352 973 32151	SOT617-1
CLRC66302HN/TRAYBM[2]			9352 973 32157	
CLRC66302HN/T/R[3]			9352 973 32118	

[1] 供货单位为1个芯片托盘

[2] 供货单位为5个芯片托盘

[3] 供货单位一卷6000只装

6 功能框图

模拟接口处理非接触式接口的天线信号之调制和解调。

非接触式UART管理由主机的非接触式接口的协议。

FIFO缓冲器确保主机与非接触式UART之间快速，便捷的数据传输。

寄存器组包含了模拟和数字功能的设置。

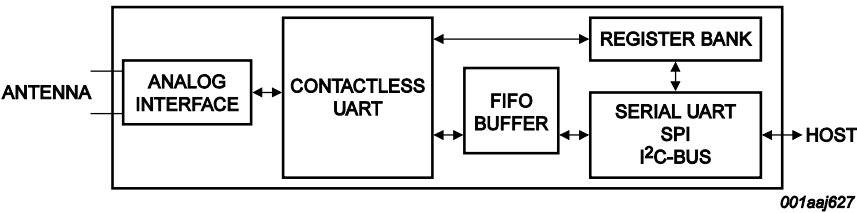


图 1. CLRC663 简化框图

7 引脚信息

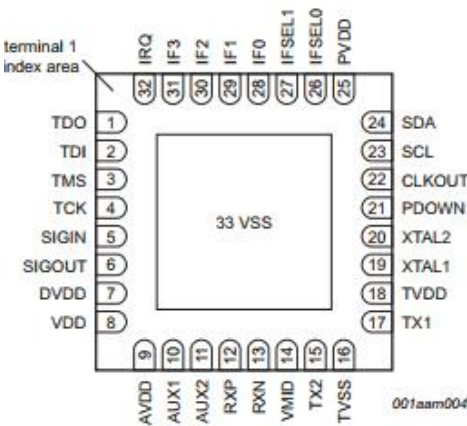


图 2. HVQFN32 (SOT617-1) 引脚配置

7.1 引脚说明

表3. 引脚说明

引脚	符号	类型	说明
1	TDO	O	边界扫描接口之测试数据输出
2	TDI	I	测试数据输入边界扫描接口
3	TMS	I	测试模式选择边界扫描接口
4	TCK	I	测试时钟边界扫描接口
5	SIGIN	I	非接触式通信接口输出
6	SIGOUT	O	非接触式通信接口输入
7	DVDD	PWR	数字电源缓冲 [1]
8	VDD	PWR	电源
9	AVDD	PWR	模拟电源缓冲[1]
10	AUX1	O	辅助输出: 引脚用于模拟测试信号
11	AUX2	O	辅助输出: 引脚用于模拟测试信号
12	RXP	I	接收器输入引脚用于已接收RF射频信号
13	RXN	I	接收器输入引脚用于已接收RF射频信号
14	VMID	PWR	内部接收器参考电压[1]
15	TX2	O	发射器2: 提供13.56 MHz载波调制
16	TVSS	PWR	提供给发射器输出级TX1, TX2的接地引脚
17	TX1	O	发射器1: 提供13.56 MHz载波调制
18	TVDD	PWR	发射器电源
19	XTAL1	I	晶振输入: 输入至振荡器的反相放大器。此引脚也用于外部生成时钟的输入 (FOSC=27, 12 MHz)
20	XTAL2	O	晶振输出: 输出至振荡器的反相放大器
21	PDOWN	I	关机
22	CLKOUT	O	时钟输出
23	SCL	O	串行时钟线
24	SDA	I/O	串行数据线
25	PVDD	PWR	引脚电源
26	IFSEL0	I	主机接口选择0
27	IFSEL1	I	主机接口选择1
28	IF0	I/O	接口引脚, 多功能引脚: 可分配给主机接口RS232, SPI, I2C, I2C-L
29	IF1	I/O	接口引脚, 多功能引脚: 可分配给主机接口 SPI, I2C, I2C-L
30	IF2	I/O	接口引脚, 多功能引脚: 可分配给主机接口RS232, SPI, I2C, I2C-L
31	IF3	I/O	接口引脚, 多功能引脚: 可分配给主机接口RS232, SPI, I2C, I2C-L
32	IRQ	O	中断请求: 输出信号以示意中断事件
33	VSS	PWR	接地引脚和散热器连接

[1] 该引脚用于连接缓冲电容。电源电压的连接可能会损坏器件。

8 功能说明

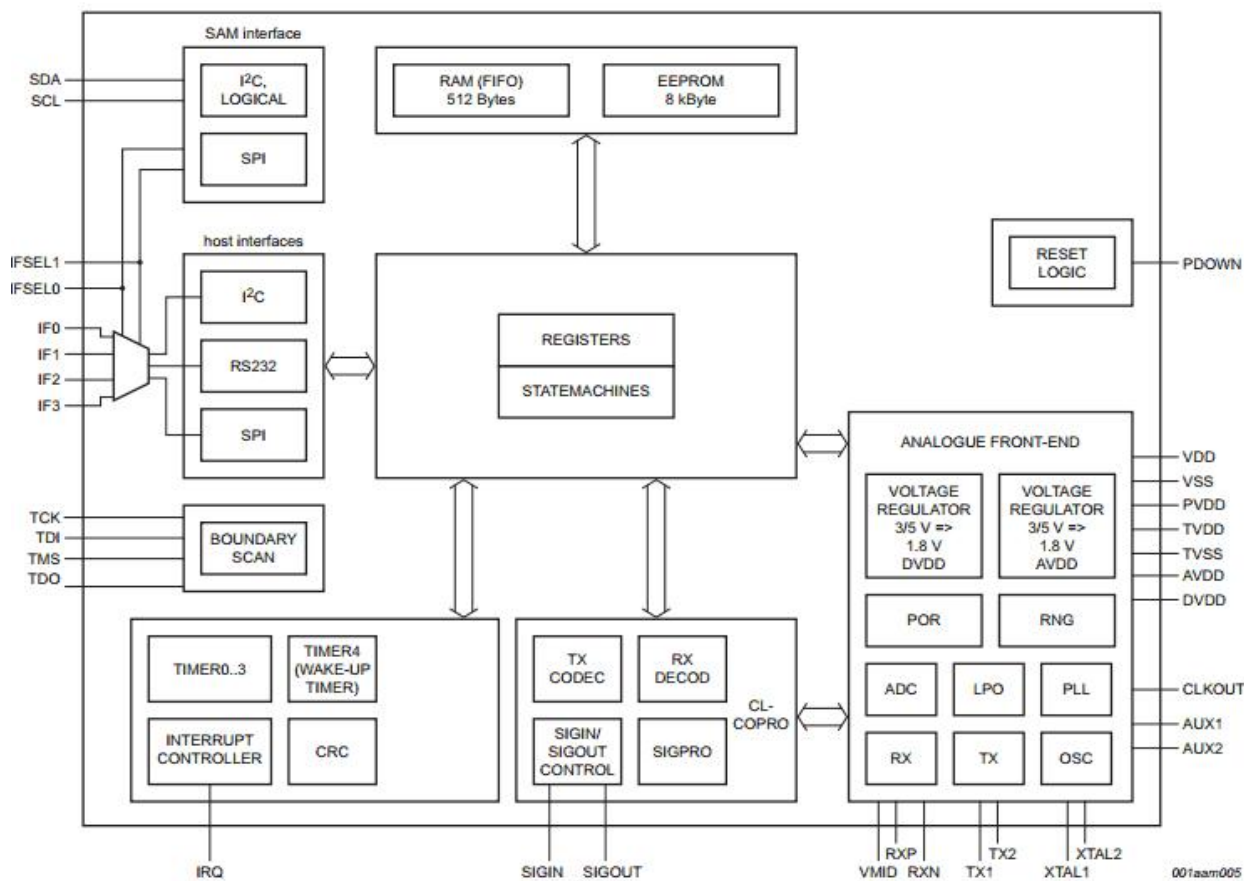


图 3. CLRC663 详细方框图

8.1 中断控制器

中断控制器处理中断请求的启用和禁用。所有的中断皆可由固件配置。此外，固件有触发中断或清除未决中断请求的权利。芯片内置两个8位的中断寄存器IRQ0和IRQ1，伴随两个8位的中断使能寄存器IRQ0En和IRQ1En。中断控制寄存器中的第7位拥有用于设置和清除第0到6位的专用功能。

CLRC663可以通过在Status1Reg寄存器中设置IRQ位来触发中断。此外，若IRQ引脚被启动，也可以通过主机的中断处理功能由IRQ引脚上的信号触发中断。这种方式使得主机软件能够更有效执行。

下表显示了可使用的中断位，相应源和其启动条件。IRQ1寄存器中的中断位TimernIrq指示由定时器单位引发的中断。如果定时器下溢，中断则被引发。

在IRQ0寄存器中的TxIrq位，显示传输已完成。如果状态由发送数据转为发送结束帧，发射机单位将自动设置中断位。

一旦检测到接收数据已结束，IRQ0寄存器中的RxIrq位会显示中断。

寄存器IRQ0中的IdleIrq位将被设置，如果一个指令结束且命令寄存器的页面变成闲置。

水位以从FIFO缓冲器顶部和底部算起的单一值，定义最小和最大警告级别。

若HiAlert位设置被为逻辑1，IRQ0寄存器中的HiAlertIrq位则会被设置为逻辑1，即表示FIFO中的数据数量已达到水位字节设置的顶级水平。

若LoAlert位被设置为逻辑1，IRQ0寄存器中的LoAlertIrq位则会被设置为逻辑1，即表示FIFO中的数据数量已达到水位字节设置的最底层。

IRQ0寄存器中的ErrIrq位元显示非接触式UART在接收时所检测到的错误。由错误寄存器中任一设置为逻辑1的位表示。

IRQ0寄存器中的LPCDIrq位显示在低功耗卡片检测模式下检测到卡。

IRQ0寄存器中的RxSOFIrq位表示接收过程中由非接触式UART检测到的SOF或副载波。

IRQ1寄存器中的GlobalIRq位显示，当任一其他被使能的中断源所产生的中断。

表4. 中断源

中断位	中断源	自动设置，当
Timer0Irq	定时器单位	定时器寄存器T0 CounterVal下溢
Timer01Irq	定时器单位	定时器寄存器T1 CounterVal下溢
Timer02Irq	定时器单位	定时器寄存器T2 CounterVal下溢
Timer03Irq	定时器单位	定时器寄存器T3 CounterVal下溢
TxIrq	传送器	传送数据流结束
RxIrq	接收器	接收数据流结束
IdleIrq	命令寄存器	命令执行结束
HiAlertIrq	FIFO缓冲器指针	FIFO数据量到达水位字节设置最高电平
LoAlertIrq	FIFO缓冲器指针	FIFO数据量到达水位字节设置最低电平
ErrIrq	非接触式UART	检测到通信错误
LPCDIrq	LPCD	在低功耗卡片检测模式下检测到卡
RxSOFIrq	接收器	SOF或副载波检测
GlobalIrq	所有中断源	另一中断请求源被设置时，将被设置

8.2 定时器模式

定时器模块概论

CLRC663集成5个定时器。其中4个定时器 - 从定时器0到定时器3 - 含有输入时钟，能经由T(x) Control寄存器配置为13.56 MHz，212 kHz，（由27.12 MHz石英生成）或以第5个定时器（定时器4）的下溢事件作为输入。每个定时器都含有一个16位的计数器寄存器。在TxReloadHi和TxReloadLo寄存器中，计数器重载值的定义范围从0000h到FFFFh。第五定时器（Timer4）用来作为唤醒定时器和连接到内部LPO（低功耗振荡器）的输入时钟源。

TControl寄存器允许全局启动和停止四个定时器（定时器0到定时器3）中任意一个。此外，此寄存器也能显示其中任意一个计时器的状态。这5个定时器每个都含有独立配置寄存器组，可定义定时器预设值（如：T0ReloadHi，T0ReloadLo），定时器现有值（如：T0CounterValHi，T0CounterValLo）以及可定义启动，停止和时钟频率（例如T0Control）的条件。

外部主机可使用这些定时器来管理时序相关任务。定时器单位也可用于任一下列配置：

- 超时计数器
- 看门狗计数器
- 秒表
- 可编程单次触发定时器
- 定期触发器

定时器单位可用来测量两个事件之间的时间间隔，或显示经过一段时间后发生的特定事件。定时寄存器的内容由定时器单位来修改，可用来产生一个允许主机对此事件反应的中断。

定时器的计数器值可在寄存器T(x) CounterValHi，和T(x) CounterValLo获得。这些寄存器的内容在每个时钟定时器中递减。

如果计数器值已经达到了值0000h且此特定定时器的中断被使能，进行到下一时序时会立即产生中断。

如果定时器事件使能，可在引脚 IRQ（中断请求）上显示。该位Timer(x) IRQ可以由主控制器设置和重置。依据配置，定时器在0000h时将停止计数，或者用T(x) ReloadHi，T(x) ReloadLo寄存器存储的预设值重新启动。

定时器的计数由TControl.T(x) Running位来显示。

定时器可由设置TControl.T(x) Running和TControl.T(x) StartStopNow 位来启动；或透过设置TControl.T(x) StartStopNow和清除TControl.T(x) Running位来停止。

启动定时器的另一种方式是设置T(x) Mode.T(x) start位，当有特定的协议需求时这种方式会被用到。

8.2.1 定时器模式

8.2.1.1 超时与看门狗定时器

经由设置T(x) ReloadValue寄存器，且由设置TControl.T(x) StartStop和TControl.T(x) Running位来启动定时器(x)计数来配置定时器后，定时器单位从已定义的启动条件满足时开始递减T(x) CounterValue寄存器。如果配置的停止条件在Timer(x)下溢之前发生（如：收到卡传来的一个位元），定时器单位会停止（不会产生中断）。

如果没有停止事件发生，定时器单位会继续递减计数器寄存器直到其含量为0，并在下一个时钟周期产生一个定时器中断请求。这允许用以指示主机，该事件在设定时间间隔内并未发生。

8.2.1.2 唤醒定时器

唤醒定时器4允许在预定的时间后，将系统从待机模式唤醒。该系统也可配置成另一方式，即在检测到任何卡的情况下，它可再次进入待机模式。

此功能可用于执行低功耗卡片检测（LPCD）。对于低功耗卡片检测，建议设置T4Control.T4AutoWakeUp和T4Control.T4AutoRestart，以启动Timer4并自动设置系统为待机模式。内部低功耗时钟振荡器（LPO），用来作为定时器4的输入时钟。如果检测到卡，主机通信模式会被启动。如果T4Control.T4AutoWakeUp位没有被设定，在没有检测到卡的情况下，CLRC663也不会再次进入待机模式，且会保持完全供电。

8.2.1.3 秒表

已配置的启动和停止事件之间的时间间隔，可用CLRC663定时器单位来衡量。透过设置寄存器T(x) ReloadValueHi, T(x) reloadValueLo, 定时器一经启动就会开始递减。如果配置停止事件发生，定时器便停止递减。启动和停止事件之间的时间间隔，可以由定时器 interval TTimer 决定的主机来计算：

$$\Delta T = (T_{reload\ value} - T_{timer\ value}) * T_{Timer} \quad (1)$$

如果根据IRQ引脚的中断信号检测到下溢事件发生，依据上列公式所得到测量便不正确。

8.2.1.4 可编程单次触发定时器

主机在IRQ引脚上配置中断和定时器，启动定时器并等待中断事件。在所设置的时间结束后，会发出中断请求。

8.2.1.5 定期触发

如果设置和启动中断T(x) Control.T(x) AutoRestart位，中断请求将被周期性地触发。

8.3 非接触式接口单元

- CLRC663非接触式接口单元支持下列读写操作模式：
- ISO/IEC 14443A/MIFARE
- ISO/IEC 14443B
- FeliCa
- ISO/IEC 15693/ICODE
- ICODE EPC UID
- ISO/IEC 18000-3 mode 3/ EPC Class-1 HF

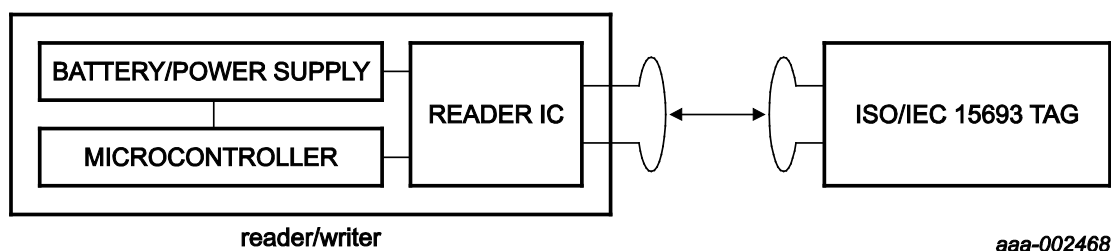
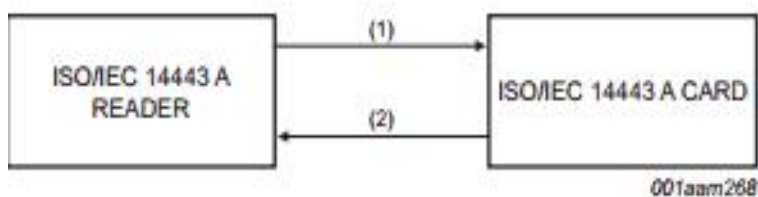


图 4. 读写模式

图示为使用CLRC663的典型系统，通常使用微控制器执行高层的非接触通信协议，和一个电源（电池或外部电源）。

8.3.1 ISO/IEC 14443A/MIFARE 功能

通信的物理层，如图5所示。



- (1) 读卡机到卡，100% ASK，密勒编码，传输速度 106 kbit/s 至 848 kbit/s
- (2) 卡到读卡机，曼切斯特编码的副载波负载调制或者二进制移相键控(BPSK)，传输速度 106 kbit/s 至 848 kbit/s

图 5. ISO/IEC14443A/MIFARE 读写模式通信图

物理参数值如表5所述。

表 5. ISO/IEC 14443 A/MIFARE 读写器通信概况

通信方向	信号类型	传输速度			
		106 kbit/s	212 kbit/s	424 kbit/s	848 kbit/s
读卡机到卡（由 CLRC663 传送数据到卡） fc = 13.56 MHz	读卡机端调制	100 % ASK	ASK	ASK	ASK
	位编码	改进的密勒码	改进的密勒码	改进的密勒码	改进的密勒码
	比特率 [kbit/s]	fc/128	fc/64	fc/32	fc/16
卡到读卡机（CLRC663 从卡接收数据）	卡端调制	负载波负载调制	负载波负载调制	负载波负载调制	负载波负载调制
	负载波频率	fc/16	fc/16	fc/16	fc/16
	位编码	曼彻斯特	BPSK	BPSK	BPSK

CLRC663与主机间的连接需要管理全部ISO/IEC 14443A/MIFARE协议。图6显示与ISO/IEC 14443A/MIFARE相符的数据编码和组帧功能。

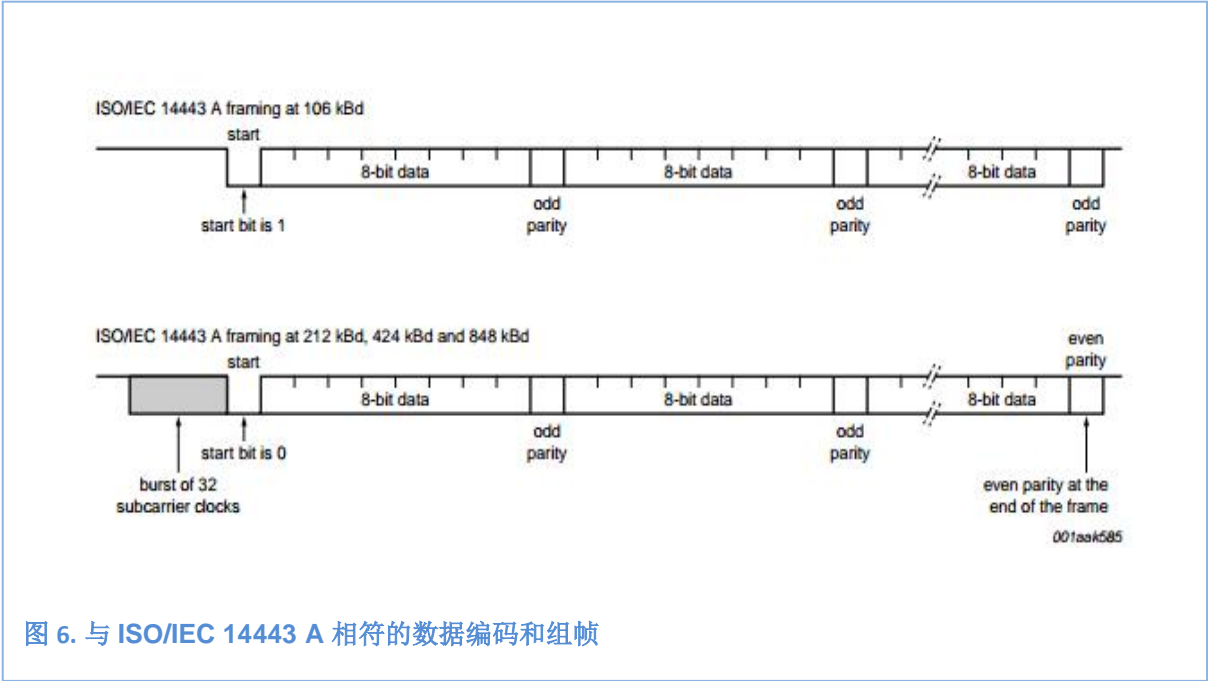
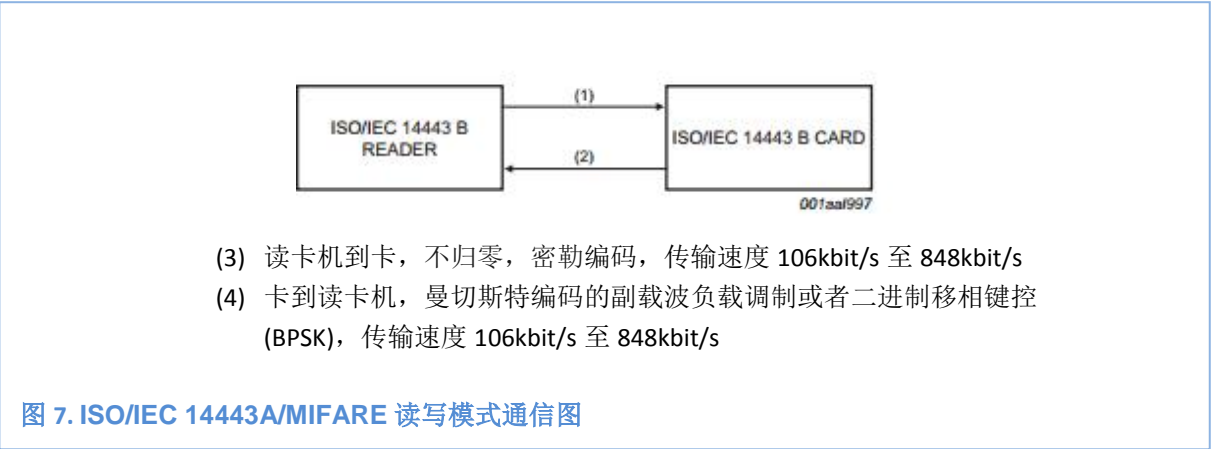


图 6. 与 ISO/IEC 14443 A 相符的数据编码和组帧

内部CRC协处理器将依据ISO/IEC14443A part3 计算CRC值，并根据传输速度处理内部奇偶校验。

8.3.2 ISO/IEC 14443B 功能

通信物理层如图7所示。

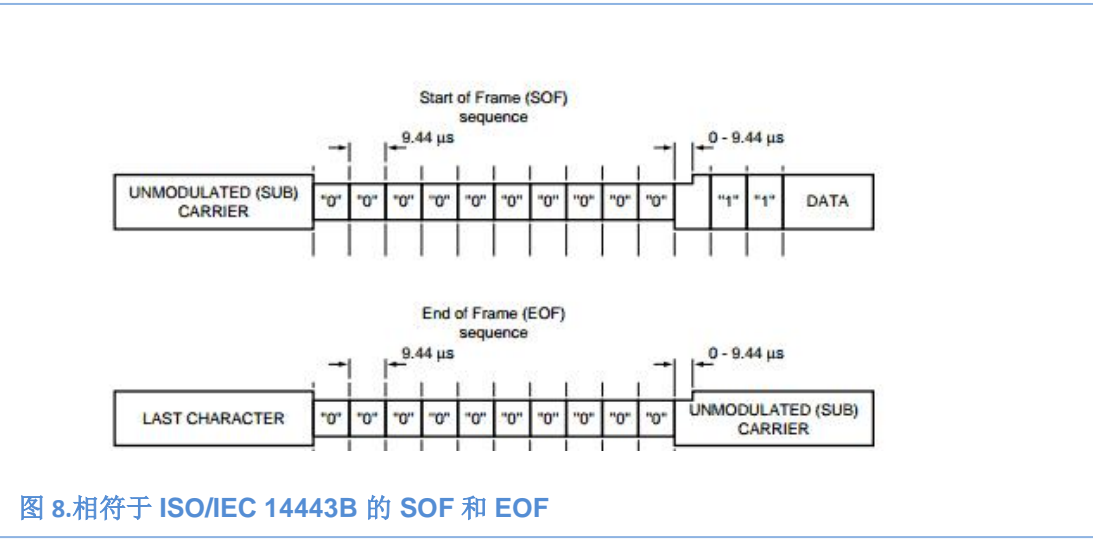


物理参数如表6所示。

表6. ISO/IEC 14443 B读写器通信概况

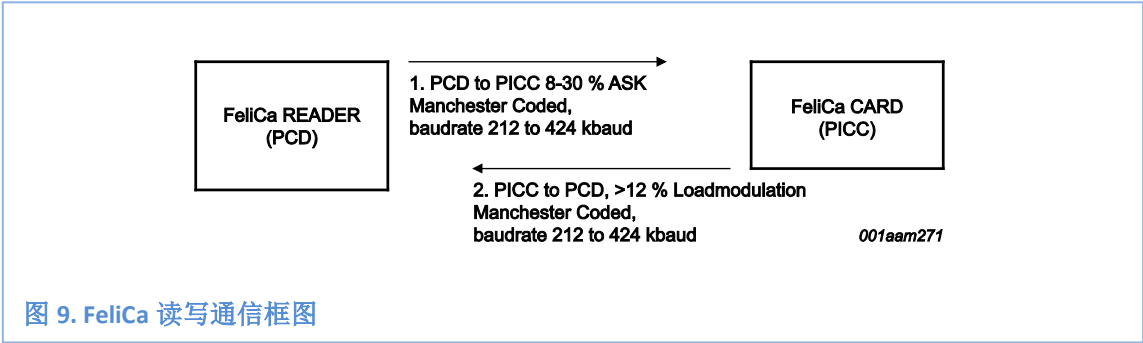
通信方向	信号类型	传输速度			
		106 kbit/s	212 kbit/s	424 kbit/s	848 kbit/s
读卡机到卡（由 CLRC663向卡 传送数据） fc = 13.56 MHz	读卡机端调制	10 % ASK	10 % ASK	10 % ASK	10 % ASK
	位编码	NRZ	NRZ	NRZ	NRZ
	比特率[kbit/s]	fc/128	fc/64	fc/32	fc/16
卡到读卡机 （CLRC663从 卡接收数据）	卡端调制	副载波负载调制	副载波负载调制	副载波负载调制	副载波负载调制
	副载波频率	fc/16	fc/16	fc/16	fc/16
	位编码	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK

CLRC663连接到主机，以管理全部的ISO/IEC 14443 B协议。下列图8 “相符于ISO/IEC 14443 B的SOF与EOF” 显示ISO/IEC 14443 B SOF和EOF。



8.3.3 FELICA 功能

FeliCa模式是与FeliCa规范相符的一般读写器通信方案。物理层上的通信如图9所示。



物理参数如图7所示。

表7. FeliCa读写器通信概况

通信方向	信号类型	FeliCa传输速度	
		212 kbit/s	424 kbit/s
读卡机到卡（由CLRC663 传送数据到卡） fc = 13.56 MHz	读卡机端调制	8 %-30 % ASK	8 %-30 % ASK
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
	比特率	fc/64	fc/32
卡到读卡机（CLRC663从 卡接收数据）	卡端调制	30/H ^{1.2} （H = field strength [A/m]）	30/H ^{1.2} （H = field strength [A/m]）
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码

CLRC663需要连接到一个专用的主机，以便能够支持完整FeliCa协议。

8.3.3.1 FELICA 组帧与编码

表8. FeliCa组帧与编码

前导码（Hex.）						同步字节（Hex.）		长度	n-数据				CRC	
00	00	00	00	00	00	B2	4D							

一个6个字节的前导码（00h, 00h, 00h, 00h, 00h, 00h）和2个字节的同步字节（B2H, 4DH）需先被发送以同步接收器，才能使能FeliCa通信。

以下的字节长度表示，发送的数据字节加上LEN字节本身的长度。CRC计算是依高位在前（MSB first）原则下的FeliCa定义。

RF接口传输数据时，主机控制器需发送字节长度和数据字节到CLRC663的FIFO缓冲器。前同步码和同步字节由CLRC663自动生成，且绝对不能由主控制器写入FIFO。CLRC663将执行内部CRC计算，并将结果加入数据帧。

8.3.4 ISO/IEC 15693 功能

物理参数如表9所示。

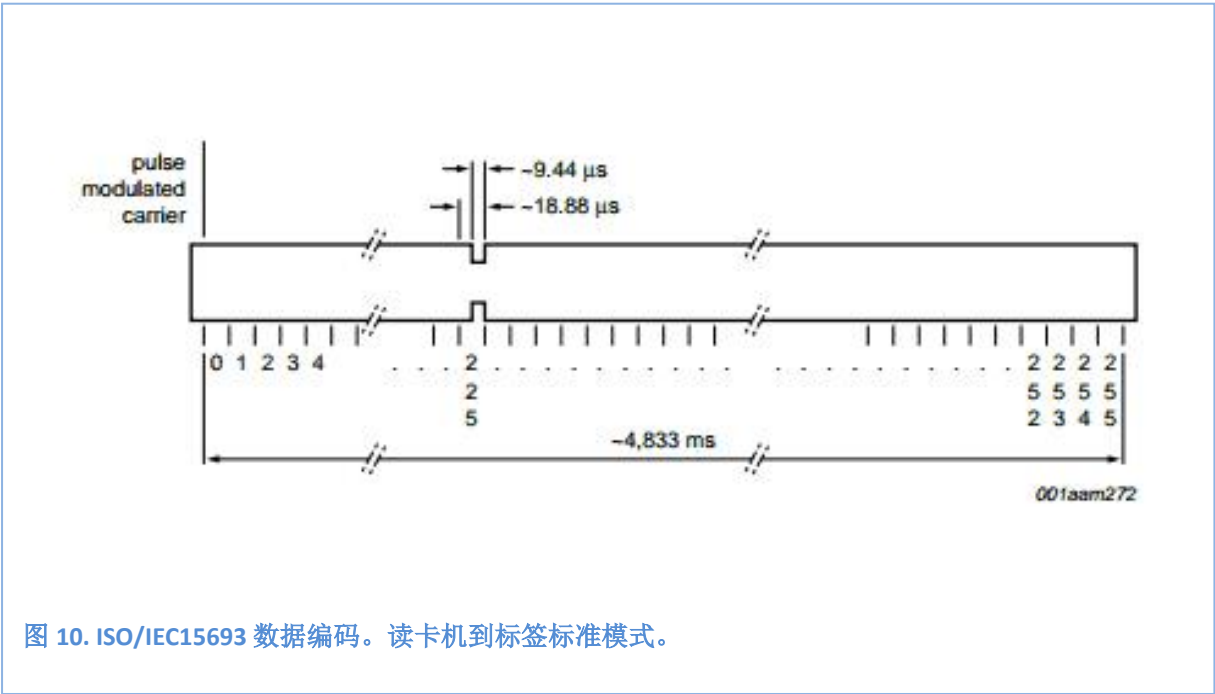
表9. ISO/IEC 15693读写器到标签的通信概况

通信方向	信号类型	FeliCa传输速度	
		fc/8192 kbit/s	fc/512 kbit/s
读卡机到卡（由CLRC663传送数据到卡）	读卡机端调制	10 % - 30 % ASK 或 100 % ASK	10 % - 30 % ASK 或 90 % - 100% ASK
	位编码	1/256	1/4
	比特率	1.66 kbit/s	26.48 kbit/s

表10. ISO/IEC 15693 读写器到标签的概况

通信方向	信号类型	传输速度			
		6.62 (6.67) kbit/s	13.24 kbit/s[1]	26.48 (26.69) kbit/s	52.96 kbit/s
标签到读卡机（CLRC663从向卡接收数据） fc = 13.56 MHz	卡端调制	不支持	不支持	单（双）副载波 负载调制 ASK	单副载波 负载调制 ASK
	位长度（μs）	-	-	37.76 (37.46)	18.88
	位编码	-	-	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
	副载波频率 [MHz]	-	-	fc/32 (fc/28)	fc/32

[1] 只有 快速清单（页）读取命令（ICODE专有命令）。



8.3.5 EPC-UID/UID-OTP 功能

物理参数如表11所示。

表11. EPC/UID 通信概况

通信方向	信号类型	传输速度	
		26.48 kbit/s	52.96 kbit/s
读卡机到卡（由 CLRC663 传送数据到卡）	读卡机端调制	10 % - 30 % ASK	
	位编码	RTZ	
		37.76 μs	
卡到读卡机（CLRC663 从卡接收数据）	卡端调制	单副载波负载调制	
	位长度	18.88 μs	
	位编码	曼彻斯特编码	

数据编码和组帧是依据EPC global 13.56 MHz ISM（工业，科学和医疗）频段类别1无线电频率识别标签的接口规范（候选推荐版本1.0.0）。

8.3.6 ISO/IEC 18000-3 MODE3/ EPC CLASS-1 HF 功能

ISO/IEC 18000-3 mode 3/ EPC Class-1 HF在此文件中并无说明。有关更详尽的协议说明，请参阅ISO/IEC 18000-3 mode 3/ EPC Class-1 HF标准。

8.3.7 ISO/IEC 18092 模式

CLRC663 以ISO/IEC 18092标准所定义的106 kbit/s， 212 kbit/s及424 kbit/s传输速度，支持被动发起方通信模式。

- 被动通信模式是指目标方通过负载调制回应发起方指令的模式。从提供射频场的角度讲，被动发起方仍然是有源器件。
- 发起方：在13.56 MHz下产生射频场，并开始ISO/IEC 18092通信。
- 目标方：在被动通信模式下的负载调制，或者主动通信模式下自主生成并调制射频场，来回应发起方指令。