



PN7150

带有集成固件的高性能 NFC 控制器，支持所有 NFC Forum 模式

修订版：3.8 — 2018 年 10 月 30 日
317438

产品数据手册
公司公开文件

1 简介

本文档介绍 NFC 控制器 PN7150 的功能和电气规格。

介绍产品功能的附加文档可用于获取设计导入支持。请参考本文档中列出的参考文献，访问恩智浦提供的完整文档。



2 简介

最佳即插即用型高性能全功能 NFC 解决方案 PN7150 是一款带有内置固件和 NCI 的全功能 NFC 控制器解决方案，设计用于 13.56 MHz 下的非接触式通信。该解决方案符合 NFC forum 要求。

PN7150 的设计基于从上一代恩智浦 NFC 设备中获得的经验。该解决方案非常适合在任意应用中快速集成 NFC 技术，尤其是在 Linux 和 Android 等操作系统环境中运行的应用，物料清单(BOM)大小和成本因以下特点而减少：

- 小尺寸天线，完全符合 NFC forum（参见[1]）
- 嵌入式 NFC 固件，提供所有 NFC 协议作为预集成功能
- 通过 I²C 接口和 NCI 协议，直接连接到主机或微控制器
- 在轮询循环模式下具有超低功耗
- 高效的集成电源管理单元(PMU)，允许从电池直接供电

PN7150 内置新一代 RF 非接触式前端，根据 NFCIP-1 和 NFCIP-2、ISO/IEC 14443、ISO/IEC 15693、MIFARE Classic IC 卡和 FeliCa 卡规格，支持各种传输模式。内置的 ARM Cortex-M0 微控制器内核搭载支持 NCI 1.0 主机通信的内置固件。通过供应 3.0 V 至 4.75 V 的发射器输出级，还可提供更高输出功率。

非接触式前端设计一方面提高了灵敏度，另一方面可兼容有源负载调制通信，从而支持小尺寸天线，大大提升了性能。

图 1 中列出了支持的传输模式。对于非接触式卡功能，如果主机之前以此方式进行了配置，PN7150 可以自动运行。

由于所有 NFC 实时限制、协议和设备发现（轮询循环）均在内部进行管理，因此 PN7150 内置固件可提供简单的集成和验证循环。在极少数 NCI 命令中，主机软件可将 PN7150 配置成卡片或点对点通知检测，然后开始与其通信。

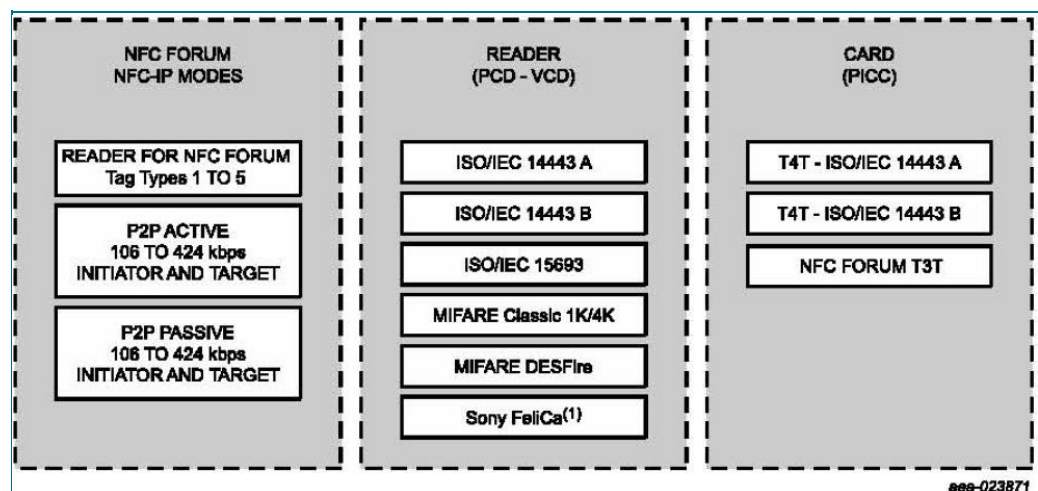


图 1. PN7150 传输模式

1. 符合 ISO/IEC 18092 (Ecma 340)标准。

3 特性和优势

- 包含恩智浦 ISO/IEC14443-A 和 Innovatron ISO/IEC14443-B 知识产权许可权。
- ARM Cortex-M0 微控制器内核
- 高度集成的解调器和解码器
- 缓冲输出驱动器以最少外部元件数量连接天线
- 集成式 RF 电平检测器
- 集成轮询询问，可实现自动设备发现
- 支持 RF 协议
 - NFCIP-1、NFCIP-2 协议（参见[8]和[11]）
 - 通过主机接口支持 ISO/IEC 14443A、ISO/IEC 14443B PICC、NFC Forum T4T 模式（参见[3]）
 - 通过主机接口支持 NFC Forum T3T
 - 根据 NFC Forum 数字协议 T4T 平台和 ISO-DEP 设计的 ISO/IEC 14443A、ISO/IEC 14443B PCD（参见[1]）
 - FeliCa PCD 模式
 - MIFARE Classic PCD 加密机制(MIFARE Classic 1K/4K)
 - NFC Forum 标签 1 至 5（MIFARE Ultralight、Jewel、Open FeliCa 标签、MIFARE DESFire）（参见[1]）
 - ISO/IEC 15693/ICODE VCD 模式（参见[9]）
- 支持的主机接口
 - 符合 NFC Forum 标准的 NCI 协议接口（参见[2]）
 - I²C 总线高速模式（参见[4]）
- 集成式电源管理单元
 - 直接与电池连接（2.3 V 至 5.5 V 电压电源范围）
 - 支持由固件控制的不同电源状态: Hard Power-Down/待机
 - 当主机关闭时，处于自动模式
- 通过 RF 场、内部定时器和 I²C 总线接口自动唤醒
- 集成式非易失性存储器，用于存储数据和可执行代码，以实现自定义

4 应用

- 需要 NFC 功能的所有设备，尤其是在 Android 或 Linux 环境中运行的设备
- 电视机、机顶盒、蓝光解码器、音频设备
- 家庭自动化、网关、无线路由器
- 家用电器
- 可穿戴设备、远程控制、健康保健、健身
- 打印机、IP 电话、游戏机、配件

5 快速参考数据

表 1. 快速参考数据

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{BAT}	电池电源电压	卡模拟和无源目标；V _{SS} = 0 V	[1] [2] 2.3	-	5.5	V
		读取器、有源启动器和有源目标；V _{SS} = 0 V	[1] [2] 2.7	-	5.5	V
V _{DD}	电源电压	内部电源电压	1.65	1.8	1.95	V
V _{DD(PAD)}	V _{DD(PAD)} 电源电压	主机接口的电源电压				
		• 1.8 V 主机电源；V _{SS} = 0 V	[1] 1.65	1.8	1.95	V
		• 3 V 主机电源；V _{SS} = 0 V	[1] 3.0	-	3.6	V
I _{BAT}	电池电源电流	处于硬掉电状态；V _{BAT} = 3.6 V；T = 25 °C	[3] -	10	14	μA
		处于待机状态；V _{BAT} = 3.6 V；T = 25 °C	-	20	-	μA
		处于监控状态；V _{BAT} = 2.75 V；T = 25 °C	-	-	14	μA
		在低功耗轮询循环中；V _{BAT} = 3.6 V；T = 25 °C；循环时间 = 500 ms	[4] -	150	-	μA
		典型 3 V 电压时的 PCD 模式	[2] -	-	190	mA
I _{O(VDDPAD)}	引脚输出电流 V _{DD(PAD)}	可在 V _{DD(PAD)} 参考输出上拉取的总电流	-	-	15	mA
I _{th(lim)}	电流限制阈值电流	V _{DD(TX)} 引脚上的电流限制器；V _{DD(TX)} = 3.3 V	[2] -	180	-	mA
P _{tot}	总功耗	读取器；I _{VDD(TX)} = 100 mA；V _{BAT} = 5.5 V	-	-	420	mW
T _{amb}	环境温度	JEDEC PCB-0.5	-30	-	+85	°C

[1] V_{SS} 代表 V_{SS(PAD)}和 V_{SS(TX)}。

[2] 应调整天线匹配，使其不超过此电流限制（必须考虑与其他设备耦合时产生的失调效应）。

[3] NFC_CLK_XTAL1 的外部时钟必须为低电平。

[4] 请参见[10]，了解如何计算功耗，因为功耗取决于多个参数。

6 订购信息

表 2. 订购信息

型号	封装		
	名称	说明	版本
PN7150B0HN/C110xx ^[1]	HVQFN40	塑料散热增强型超薄四侧扁平封装；无引脚；40 个端子；主体：6 mm × 6 mm × 0.85 mm	SOT618-1
PN7150B0UK/C110xx ^[1]	WLCSP42	晶圆级芯片封装；42 个凸块；2.88 mm × 2.80 mm × 0.54 mm（包括背面涂层）	SOT1459-1

[1] xx = 固件代码版本

7 标记 HVQFN40

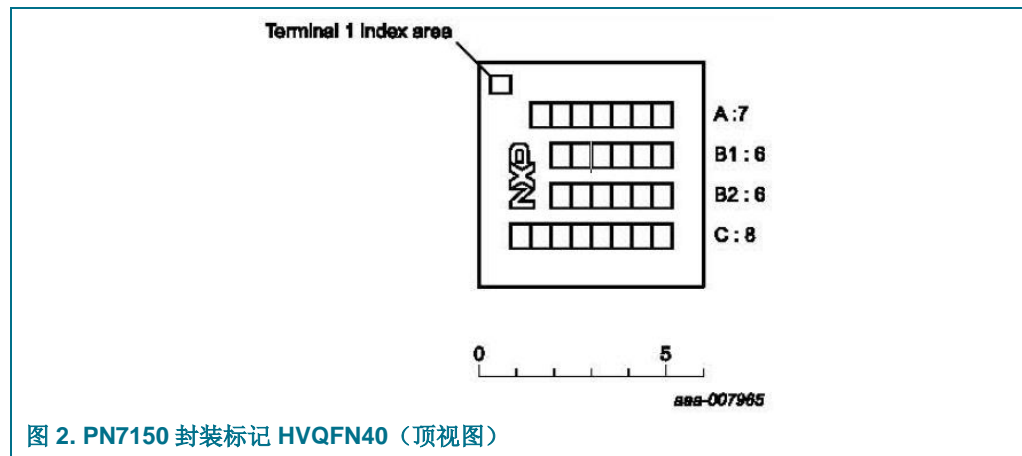


图 2. PN7150 封装标记 HVQFN40（顶视图）

表 3. 标记代码

型号	标记代码
第 A 行	使用了 7 个字符：基本型号：PN7150x，其中 x 是固件版本
第 B1 行	使用了 6 个字符：扩散批次序列号
第 B2 行	使用了 6 个字符：组装 ID 编号
第 C 行	使用了 7 个字符：制造代码 包含： <ul style="list-style-type: none"> • 扩散中心代码： <ul style="list-style-type: none"> - Z: SSMC - S: Powerchip (PTCT) • 组装中心代码： <ul style="list-style-type: none"> - S: ATKH • RoHS 合规性指标： <ul style="list-style-type: none"> - D: 深绿；完全符合 RoHS，无卤和镉 • 制造年份和周，3 位数： <ul style="list-style-type: none"> - Y: 年份 - WW: 周代码 • 产品生命周期状态代码： <ul style="list-style-type: none"> - X: 表示不合格产品 - 无表示已发布的产品

8 标记 WLCSP42

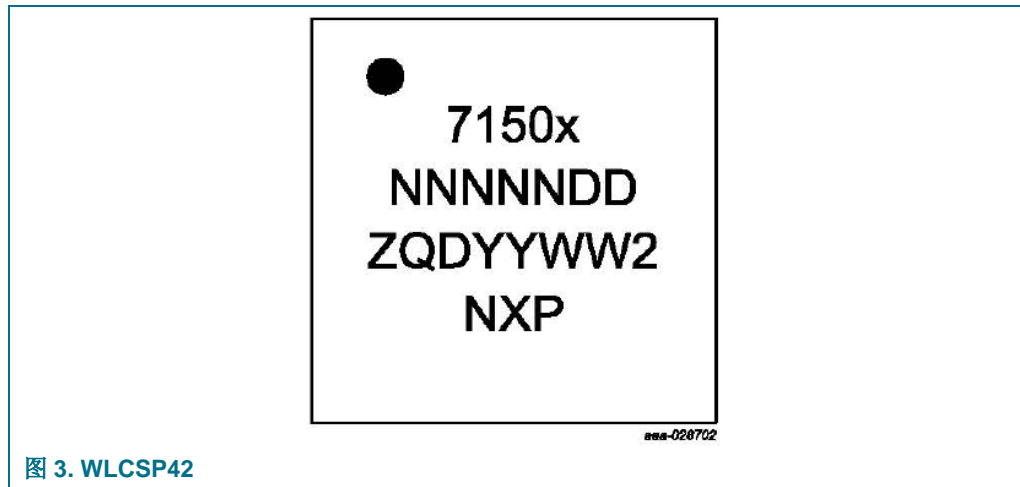
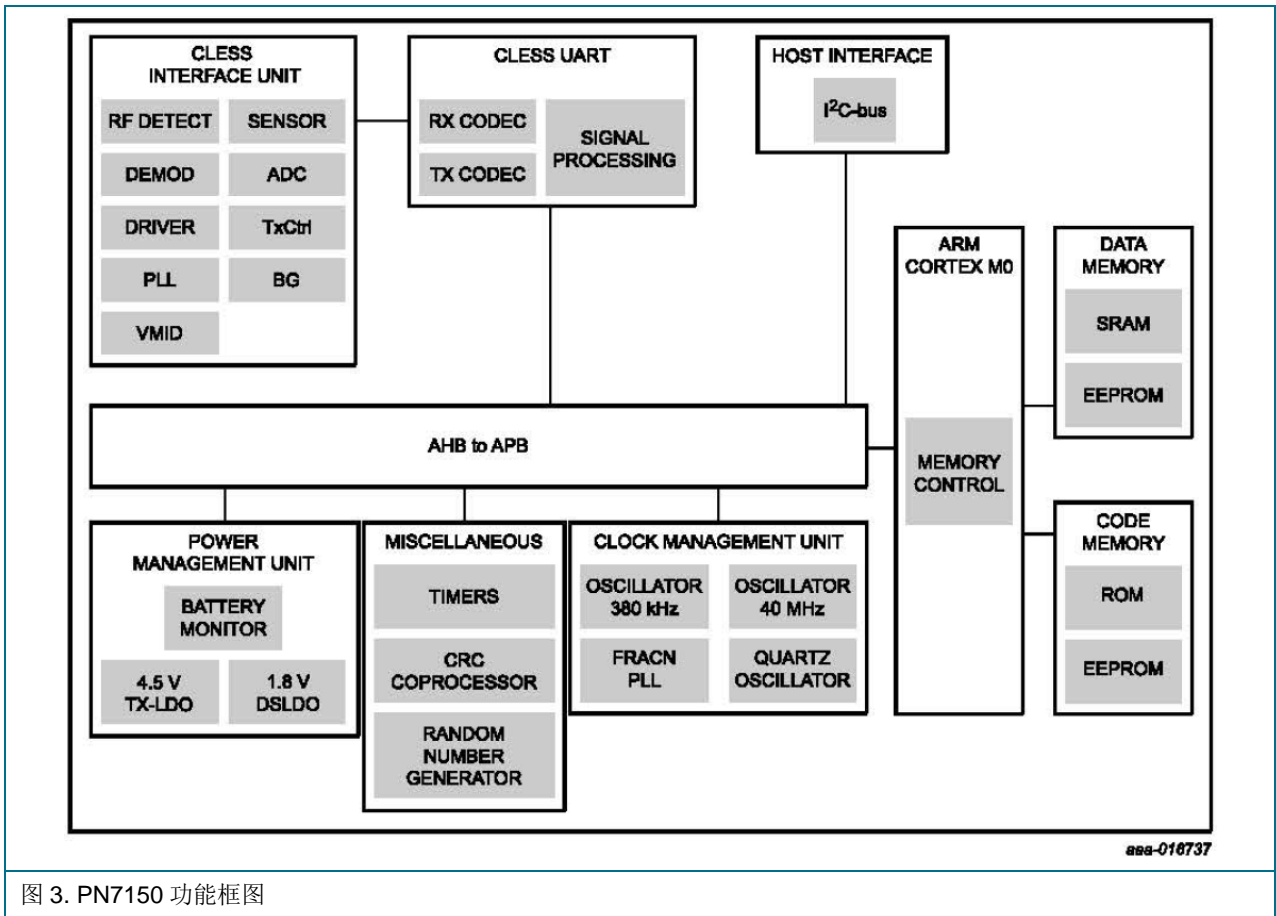


图 3. WLCSP42

表 4. WLCSP 封装标记（顶视图）

行号	标记代码
第 1 行	产品识别 <ul style="list-style-type: none"> • 产品名称：7150x；其中 x 是版本。
第 2 行	扩散批次序列号 <ul style="list-style-type: none"> • 扩散制造代码：NNNNN • 晶圆 ID：DD
第 3 行	制造代码包含： <ul style="list-style-type: none"> • 扩散中心代码： <ul style="list-style-type: none"> - Z: SSMC - s: Global Foundry - S: Powerchip (PTCT) • 组装中心代码： <ul style="list-style-type: none"> - Q: ASE-CL • RoHS 合规性指标。 <ul style="list-style-type: none"> - D: 深绿；完全符合 RoHS，无卤和锑 • 制造年份和周；4 位数： <ul style="list-style-type: none"> - YY: 年份 - WW: 周代码 • 掩模布局版本 • 产品生命周期状态代码： <ul style="list-style-type: none"> - X: 不合格产品 - 无表示已发布的产品
第 4 行	恩智浦标志

9 功能框图



10 引脚配置信息

10.1 引脚配置 HVQFN40

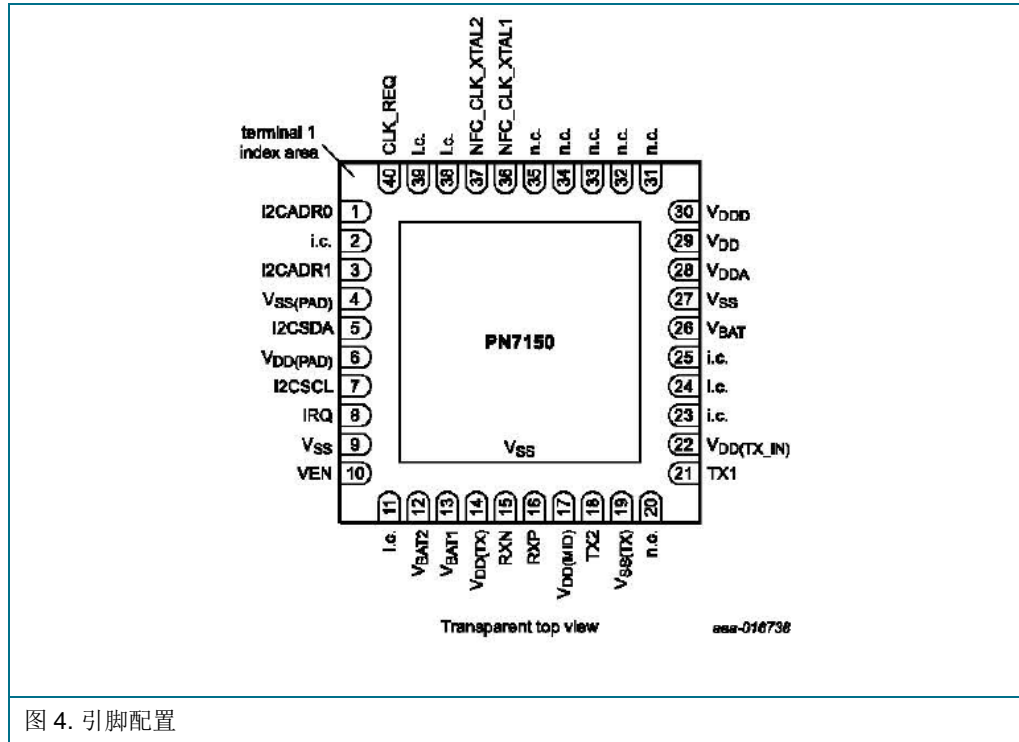


图 4. 引脚配置

表 5. 引脚说明

符号	引脚	类型 ^[1]	参阅	说明
I2CADR0	1	I	VDD(PAD)	I ² C 总线地址 0
i.c.	2	-	-	内部连接：必须接地
I2CADR1	3	I	VDD(PAD)	I ² C 总线地址 1
VSS(PAD)	4	G	不适用	焊盘接地
I2CSDA	5	I/O	VDD(PAD)	I ² C 总线数据行
VDD(PAD)	6	P	不适用	焊盘电源电压
I2CSCL	7	I	VDD(PAD)	I ² C 总线时钟线路
IRQ	8	O	VDD(PAD)	中断请求输出
VSS	9	G	不适用	接地
VEN	10	I	V _{BAT}	重置引脚。在硬掉电状态设置设备
i.c.	11	-	-	内部连接：保持打开
V _{BAT2}	12	P	不适用	电池电源电压；必须连接到 V _{BAT}
V _{BAT1}	13	P	不适用	TXLDO 输入电源电压

符号	引脚	类型 ^[1]	参阅	说明
V _{DD(TX)}	14	P	不适用	发射器电源电压
RXN	15	I	V _{DD}	负接收器输入
RXP	16	I	V _{DD}	正接收器输入
V _{DD(MID)}	17	P	不适用	接收器参考输入电源电压
TX2	18	O	V _{DD(TX)}	天线驱动器输出
V _{SS(TX)}	19	G	不适用	非接触式发射器接地
n.c.	20	-	-	未连接
TX1	21	O	V _{DD(TX)}	天线驱动器输出
V _{DD(TX_IN)}	22	P	不适用	发射器输入电源电压；必须连接到 V _{DD(TX)}
i.c.	23	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	24	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	25	-	-	内部连接；保持打开
V _{BAT}	26	P	不适用	电池电源电压
V _{SS}	27	G	不适用	接地
V _{DDA}	28	P	不适用	模拟电源电压；必须连接到 V _{DD}
V _{DD}	29	P	不适用	电源电压
V _{DDD}	30	P	不适用	数字电源电压；必须连接到 V _{DD}
n.c.	31	-	-	未连接
n.c.	32	-	-	未连接
n.c.	33	-	-	未连接
n.c.	34	-	-	未连接
n.c.	35	-	-	未连接
NFC_CLK_XTAL1	36	I	V _{DD}	振荡器输入/PLL 输入
NFC_CLK_XTAL2	37	O	V _{DD}	振荡器输出
i.c.	38	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	39	-	-	内部连接；保持打开
CLK_REQ	40	O	V _{DD(PAD)}	时钟请求引脚

- [1] P = 电源
 G = 接地
 I = 输入
 O = 输出
 I/O = 输入/输出

10.2 引脚配置 WLCSP42

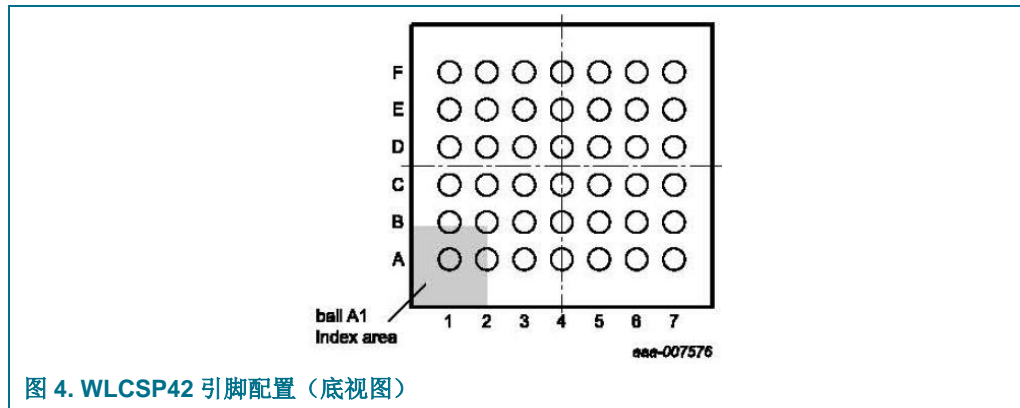


图 4. WLCSP42 引脚配置（底视图）

表 6. WLCSP 封装标记（顶视图）

符号	引脚	类型 ^[1]	参阅	说明
V _{BAT2}	A1	P	不适用	电池电源电压；连接到 V _{BAT}
i.c.	A2	-	-	内部连接；保持打开
V _{BAT1}	A3	P	不适用	TXLDO 输入电源电压
RXN	A4	I	V _{DD}	负接收器输入
V _{DD(MID)}	A5	P	不适用	接收器参考输入电源电压
TX2	A6	O	V _{DD(TX)}	天线驱动器输出
TX1	A7	O	V _{DD(TX)}	天线驱动器输出
V _{SS}	B1	G	不适用	接地
V _{SS}	B2	G	不适用	接地
V _{DD(TX)}	B3	P	不适用	发射器电源电压
RXP	B4	I	V _{DD}	正接收器输入
V _{SS}	B5	G	不适用	接地
V _{SS(TX)}	B6	G	不适用	非接触式发射器接地
V _{DD(TX_IN)}	B7	P	不适用	发射器输入电源电压；必须连接到 V _{DD(TX)}
IRQ	C1	O	V _{DD(PAD)}	中断请求输出
V _{DD(PAD)}	C2	P	不适用	焊盘电源电压
VEN	C3	I	V _{BAT}	重置引脚。在硬掉电状态设置设备
V _{SS}	C4	G	不适用	电源球。应接地以便耗散
V _{SS}	C5	G	不适用	电源球。应接地以便耗散
i.c.	C6	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	C7	-	-	内部连接；保持打开
I ² C _{SCL}	D1	I	V _{DD(PAD)}	I ² C 总线时钟线路
I ² C _{SDA}	D2	I/O	V _{DD(PAD)}	I ² C 总线数据行
CLK_REQ	D3	O	V _{DD(PAD)}	时钟请求引脚
i.c.	D4	-	-	内部连接；保持打开

符号	引脚	类型 ^[1]	参阅	说明
i.c.	D5	-	-	内部连接：保持打开
V _{DDD}	D6	P	不适用	数字电源电压；必须连接到 V _{DD}
V _{BAT}	D7	P	不适用	电池电源电压
V _{SS(PAD)}	E1	G	不适用	焊盘接地
I2CADR1	E2	I	V _{DD(PAD)}	I ² C 总线地址 1
i.c.	E3	-	-	内部连接：保持打开
NFC_CLK_XTAL1	E4	I	V _{DD}	振荡器输入/PLL 输入
i.c.	E5	-	-	内部连接：保持打开
i.c.	E6	-	-	内部连接：保持打开
V _{DD}	E7	P	不适用	低压差线性稳压器(LDO)输出电源电压
I2CADR0	F1	I	V _{DD(PAD)}	I ² C 总线地址 0
i.c.	F2	-	-	内部连接；必须接地
NFC_CLK_XTAL2	F3	O	V _{DD}	振荡器输出
i.c.	F4	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	F5	-	-	内部连接；必须接地
i.c.	F6	-	-	内部连接；保持打开
i.c.	F7	-	-	内部连接；保持打开

- [1] P = 电源
 G = 接地
 I = 输入
 O = 输出
 I/O = 输入/输出

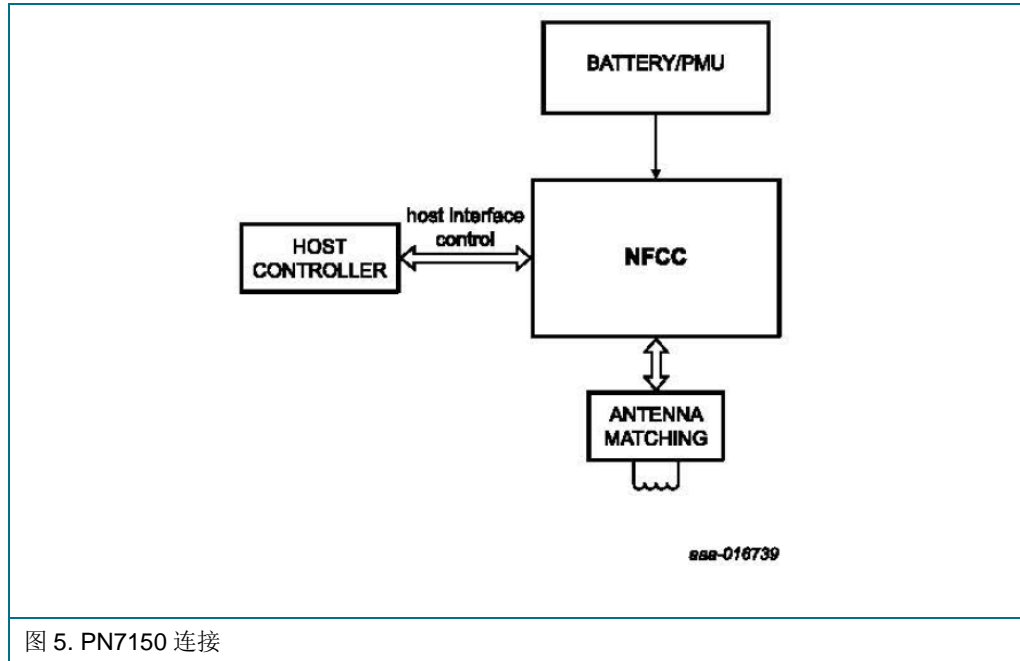
11 功能说明

PN7150 可通过 I²C 总线与主机控制器连接。面向主机基带的逻辑接口以及为恩智浦特定产品功能设置的附加命令符合 NCI 标准[2]。此 IC 完全可由用户通过[5]中描述的固件接口控制。

此外，PN7150 提供灵活的集成式电源管理单元，从而节省能源以支持电源关闭模式。

在后续章节中，您还将了解有关 PN7150 的更多详细信息，同时参考一些非常有用的应用笔记，如：

- **PN7150 用户手册[5]：**
用户手册描述了基于 NFC forum NCI 标准的软件接口(API)。除 NCI 标准外，该手册提供了所有恩智浦 NCI 扩展的完整说明([2])。
- **PN7150 硬件设计指南[6]：**
硬件设计指南概述了 IC 提供的不同硬件设计选项，指导您如何为给定实施选择最适合的选项。具体而言，该文档强调了不同的芯片电源状态，以及如何最大程度减少平均 NFC 相关功耗，从而延长电池寿命。
- **PN7150 天线和调整设计指南[7]：**
天线和调整设计指南提供有关如何为 PN7150 芯片设计 NFC 天线的一些指南。
该指南还介绍了如何确定放置在该天线和 PN7150 之间的调整/匹配网络。
该文档还描述了独立天线性能评估和最终 RF 系统验证（PN7150 + 调整/匹配网络 + 最终环境下的 NFC 天线）。
- **PN7150 低功耗模式配置[10]：**
低功耗模式配置文档介绍了如何配置 PN7150 以便通过低功耗轮询模式来减少耗电量。



重要事项： 为避免 EEPROM 存储器内的数据损坏，请确保遵守以下规则：

- 避免不必要地反复写入 RF 设置配置（依照不同的集成方式存在不同可能性，具体取决于集成环境，请联系恩智浦支持人员以了解更多详细信息）。
- 确保 RF 设置配置未中断（相关 CORE_SET_CONFIG_CMD 和 CORE_SET_CONFIG_RSP 之间未中断）。
- 将 RF 设置配置拆分为多个 CORE_SET_CONFIG_CMD，以限制固件处理此命令的时间。通过 CORE_SET_CONFIG_CMD 传输一个 RF 参数需要大约 2.7ms。具体案例中为 5.4ms，RF 参数驻留在两个单独的闪存模块中，这增加了 CORE_SET_CONFIG_CMD 和 CORE_SET_CONFIG_RSP 之间的可中断性。
- 必须确保 RF 设置配置不会因电源关闭或硬件重置而中断。存储器损坏后，IC 无法从该阶段恢复，不能再使用。

11.1 系统模式

11.1.1 系统电源模式

PN7150 的设计旨在从系统启用不同的电源模式。

指定了 2 个电源模式：全功率模式和电源关闭模式。

表 7. 系统电源模式说明

系统电源模式	说明
全功率模式	提供主电源(V_{BAT})和主机接口电源($V_{DD(PAD)}$)，所有用例均可执行
电源关闭模式	系统保持硬掉电(HPD)

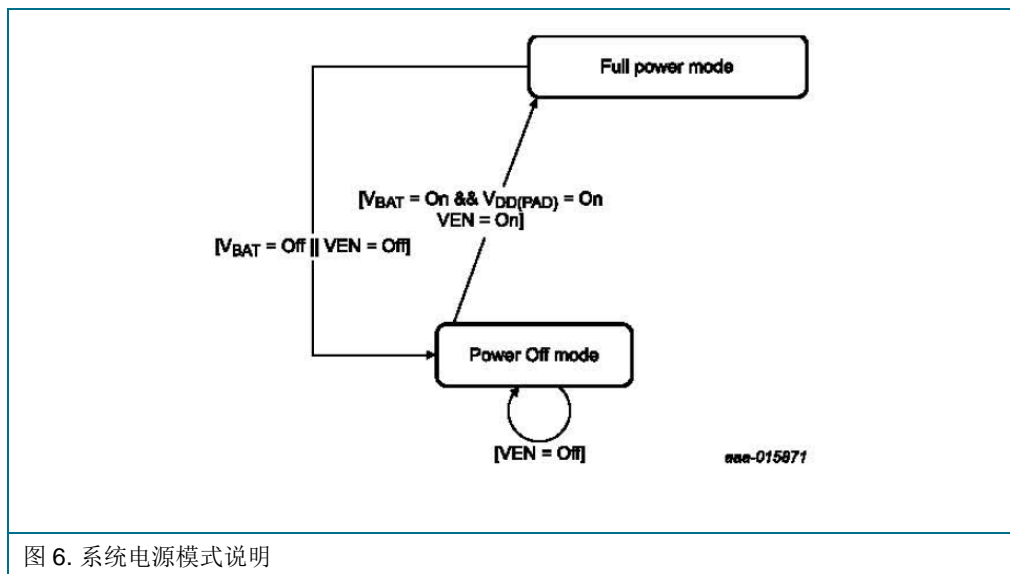


表 6 总结了 PN7150 的系统电源模式，具体取决于系统中提供的外部电源状态：

表 8. 系统电源模式配置

V _{BAT}	V _{EN}	电源模式
关	X	电源关闭模式
开	关	电源关闭模式
开	开	全功率模式

根据电源模式，一些应用状态受限：

表 9. 系统电源模式说明

系统电源模式	允许的通信模式
电源关闭模式	通信模式不可用
全功率模式	读取器/写入器、卡模拟、P2P 模式

11.1.2 PN7150 电源状态

除了由电源状态定义的系统电源模式，电源状态还包括系统的逻辑状态，以此方式扩展电源模式。

指定了 4 个电源状态：监控、硬掉电(HPD)、待机、有源。

表 10. PN7150 电源状态

电源状态名称	说明
监控	PN7150 通过 V _{BAT} 供电，该电压低于可编程的临界水平，V _{EN} 电压 > 1.1 V，监控状态启用。系统电源模式是电源关闭模式。

电源状态名称	说明
硬掉电	PN7150 通过 V _{BAT} 供电，当监控状态启用时，该电压高于可编程的临界水平，PN7150 保持硬掉电（VEN 电压通过主机或软件编程保持在低水平）时的功耗最低。系统电源模式是电源关闭模式。
待机	PN7150 通过 V _{BAT} 供电，当监控状态启用时，该电压高于可编程的临界水平，VEN 电压高（通过主机或软件编程），最小部分的 PN7150 保持供电以启用配置的唤醒源，从而允许切换到活动状态；RF 场，主机接口。系统电源模式是全功率模式。
有源	PN7150 通过 V _{BAT} 供电，当监控状态启用时，该电压高于可编程的临界水平，VEN 电压高（通过主机或软件编程），为 PN7150 内部模块供电。定义了 3 个功能模式：空闲、目标和启动器。系统电源模式是全功率模式。

在应用级别，PN7150 将不断在不同状态之间切换，以优化耗电量（轮询循环模式）。请参考表 1，了解此处描述的状态下的目标耗电量。

PN7150 的设计允许主机控制器完全控制其功能状态，从而控制基于 PN7150 的 NFC 解决方案的功耗，还有可能限制 PN7150 的部分功能。

11.1.2.1 监控状态

在监控状态下，仅当电池电压恢复超过临界水平时，PN7150 才会退出该状态。如表 27 所示，电池电压监控阈值显示了迟滞行为。

11.1.2.2 硬掉电(HPD)状态

设置了 VEN 电压 < 0.4 V 后，V_{DD(PAD)} 和 V_{BAT} 变高，从而进入硬掉电状态。由于这些信号由主机控制，因此 PN7150 对进入或退出该状态没有影响。

11.1.2.3 待机状态

活动状态是 PN7150 在完成引导序列后的默认状态，允许快速配置 PN7150。第一次引导后，建议将默认状态更改为待机状态，以达到节省功率的目的。PN7150 可自主切换到待机状态（如果由主机配置）。

在该状态下，PN7150 的大多数模块（包括 CPU）不再上电。使 PN7150 进入活动状态的唤醒源数量：

- I²C 总线接口唤醒事件
- 天线 RF 电平检测器
- 内部定时器事件（使用轮询循环时，启用 380 kHz 低功耗振荡器）

如果发生唤醒事件，PN7150 将切换到活动状态。任何进一步操作取决于软件配置和/或唤醒源。

11.1.2.4 活动状态

在活动状态下，系统充当 NFC 设备。设备可处于 3 个不同功能模式：空闲、轮询器和目标。

表 11. 活动状态下的功能模式

功能模式	说明
空闲	PN7150 处于活动状态，允许主机接口通信。RF 接口未激活。
侦听器	PN7150 处于活动状态，配置为侦听外部设备。
轮询器	PN7150 处于活动状态，在轮询器模式下配置。它轮询外部设备

轮询器模式

在此模式下，PN7150 充当读取器/写入器或 NFC 启动器，搜索无源标签或 NFC 目标，或与之通信。RF 通信结束后，PN7150 将切换到有源电池模式（即，关闭 RF 发射器）以节省能源。轮询器模式应与 $2.7\text{ V} < V_{\text{BAT}} < 5.5\text{ V}$ 和 V_{EN} 电源 $> 1.1\text{ V}$ 设置一起使用。轮询器模式不得与 $V_{\text{BAT}} < 2.7\text{ V}$ 设置一起使用。 $V_{\text{DD(PAD)}}$ 在其工作范围内（参见表 1）。

侦听器模式

在此模式下，PN7150 充当卡或 NFC 目标。侦听器模式应与 $2.3\text{ V} < V_{\text{BAT}} < 5.5\text{ V}$ 和 V_{EN} 电压 $> 1.1\text{ V}$ 设置一起使用。

11.1.2.5 轮询循环

轮询循环将依次在不同电源状态下（有源或待机）设置 PN7150。PN7150 支持的所有 RF 技术可在此轮询循环中单独启用。

轮询循环中主要有 2 个阶段：

- 侦听阶段。PN7150 可处于待机电源状态或侦听器模式
- 轮询阶段。PN7150 处于轮询器模式

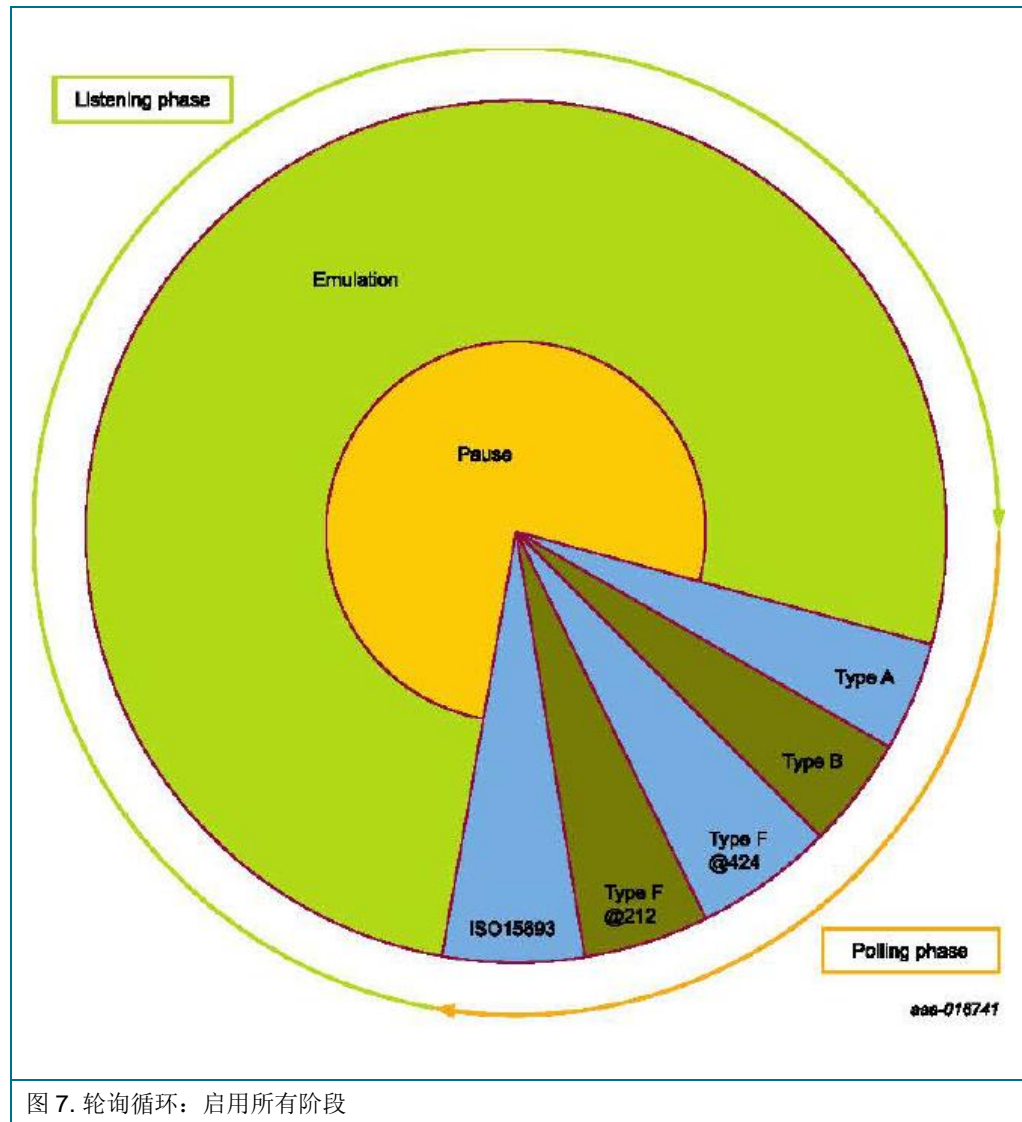


图 7. 轮询循环：启用所有阶段

侦听阶段使用待机电源状态（没有 RF 场时），检测到 RF 场时，PN7150 进入侦听器模式。处于轮询阶段时，PN7150 进入轮询器模式。

为了进一步降低运行轮询循环时的功耗，PN7150 采用低功耗 RF 轮询。当 PN7150 处于轮询阶段时，PN7150 会在短 RF 场周期内感知是否存在 NFC 目标或卡/标签，而不是定期发送 RF 命令。如果是，将回到标准轮询循环。对于 500 ms（可配置的周期，参见[5]）的侦听阶段周期，平均功耗约为 150 μ A。

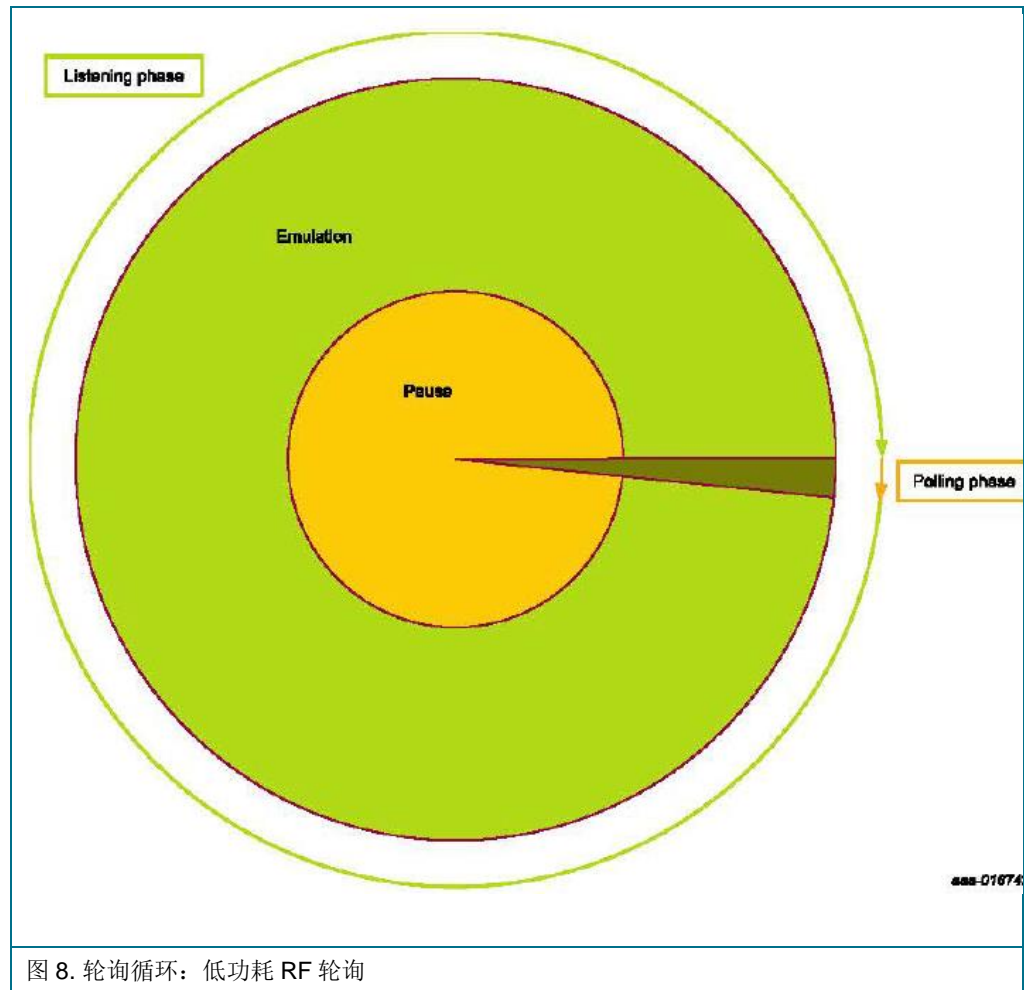


图 8. 轮询循环：低功耗 RF 轮询

[5]提供了轮询循环配置选项的详细说明。

11.2 微控制器

PN7150 通过嵌入式 ARM Cortex-M0 微控制器内核控制。

[5]引用了固件中集成的 PN7150 功能。

11.3 主机接口

PN7150 提供对 I²C 总线从机接口的支持，最高为 3.4 MBaud。

主机接口在 I²C 总线地址上唤醒。

为启用和确保 PN7150 与主机控制器之间的数据流控制，额外提供一个专用中断线路 IRQ，其活动状态可编程。更多信息，请参见[5]。

11.3.1 I²C 总线接口

I²C 总线接口实施带有集成移位寄存器、移位时序生成和从机地址识别功能的从机 I²C 总线接口。

支持 I²C 总线标准模式(100 kHz SCL)、快速模式(400 kHz SCL)和高速模式(3.4 MHz SCL)。

I²C 总线模块的主要硬件特征有：

- 支持从机 I²C 总线
- 支持标准、快速和高速模式
- 仅在其地址上唤醒 PN7150
- PN7150 可将串行时钟同步用作一种反馈检验机制来挂起和恢复串行传输（时钟延伸）

除了一般调用、10 位寻址和超快速模式(Fm+)，I²C 总线接口模块符合 I²C 总线规格[4]。

11.3.1.1 I²C 总线配置

I²C 总线接口与 PN7150 还支持 I²C 总线接口共用四个引脚。在 EEPROM 设置中配置 I²C 总线时，接口引脚的功能更改为表 10 中描述的功能。

表 12. I²C 总线接口的功能

引脚名称	功能
I2CADR0	I ² C 总线地址 0
I2CADR1	I ² C 总线地址 1
I2CSCL ^[1]	I ² C 总线时钟线路
I2CSDA ^[1]	I ² C 总线数据行

[1] I2CSCL 和 I2CSDA 无故障防护设计，使用与这些引脚相连的 SCL 和 SDA 线路时，V_{DD(pad)}应始终可用。

PN7150 支持 7 位寻址模式。I²C 总线地址的选择通过基于固定二进制标头的 2 引脚配置完成：0、1、0、1、0、I2CADR1、I2CADR0、R/W。

表 13. I²C 总线接口寻址

I2CADR1	I2CADR0	I ² C 总线地址 (R/W = 0, 写入)	I ² C 总线地址 (R/W = 1, 读取)
0	0	0X50	0X51
0	1	0X52	0X53
1	0	0X54	0X55
1	1	0X56	0X57

11.4 PN7150 时钟概念

PN7150 中有 4 个不同的时钟源：

- 27.12 MHz 时钟，来自以下任一来源：
 - 27.12 MHz 晶体连接的内部振荡器
 - 集成 PLL 单元，包括 1 GHz VCO，以引脚 NFC_CLK_XTAL1 上的时钟为参考
- 从 RF 场恢复的 13.56 MHz RF 时钟
- 低功耗振荡器 40 MHz
- 低功耗振荡器 380 kHz

11.4.1 27.12 MHz 石英振荡器

启用后，当 PN7150 在读取器模式或 NFCIP-1 启动器中运行时，应用于 PN7150 的 27.12 MHz 石英振荡器是 RF 前端的时间基准。

因此，时钟频率的稳定性是可靠操作的一个重要因素。建议采用图 9 中显示的电路。

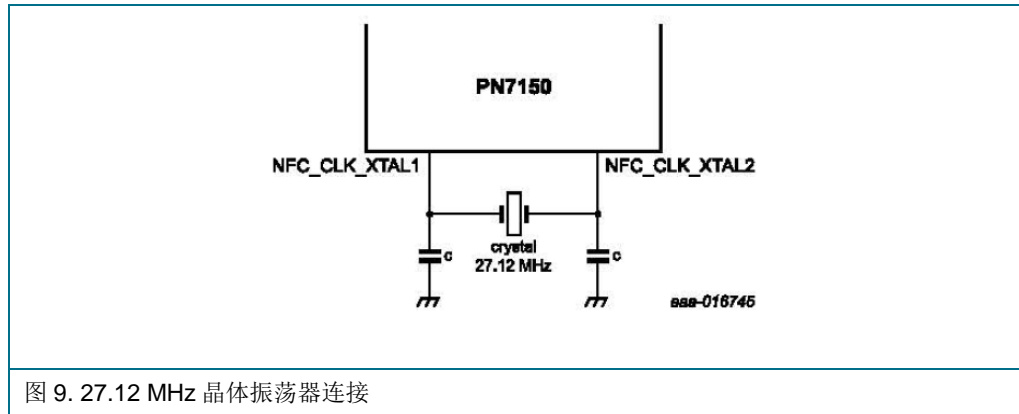


表 12 描述了晶体上要求的准确性和稳定性水平。

表 14. 晶体要求

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{xtal}	晶体频率	ISO/IEC 和 FCC 合规性	-	27.12	-	MHz
Δf_{xtal}	晶体频率精度	全工作范围	[1] -100	-	+100	ppm
		所有 V_{BAT} 范围； $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	[1] -50	-	+50	ppm
		所有温度范围； $V_{BAT} = 3.6\text{ V}$	[1] -50	-	+50	ppm
ESR	等效串联电阻		-	50	100	Ω
CL	负载电容		-	10	-	pF
P_{xtal}	晶体功耗		-	-	100	μW

[1] 此要求符合 FCC 法规要求。如果只需满足 ISO/IEC 14443 和 ISO/IEC 18092，则 ± 14 kHz 适用。

11.4.2 集成 PLL 以便利用外部时钟

启用时，对于输入时钟 13 MHz、19.2 MHz、24 MHz、26 MHz、38.4 MHz 和 52 MHz，PLL 的设计可生成低噪声 27.12 MHz。

当 PN7150 在读取器模式或 ISO/IEC 18092 启动器和目标（在有源通信模式中配置时）中运行时，27.12 MHz 的 PLL 用作 RF 前端的时间基准。

对于以下输入频率，NFC_CLK_XTAL1 上的输入时钟应符合以下相位噪声要求：13 MHz、19.2 MHz、24 MHz、26 MHz、38.4 MHz 和 52 MHz：

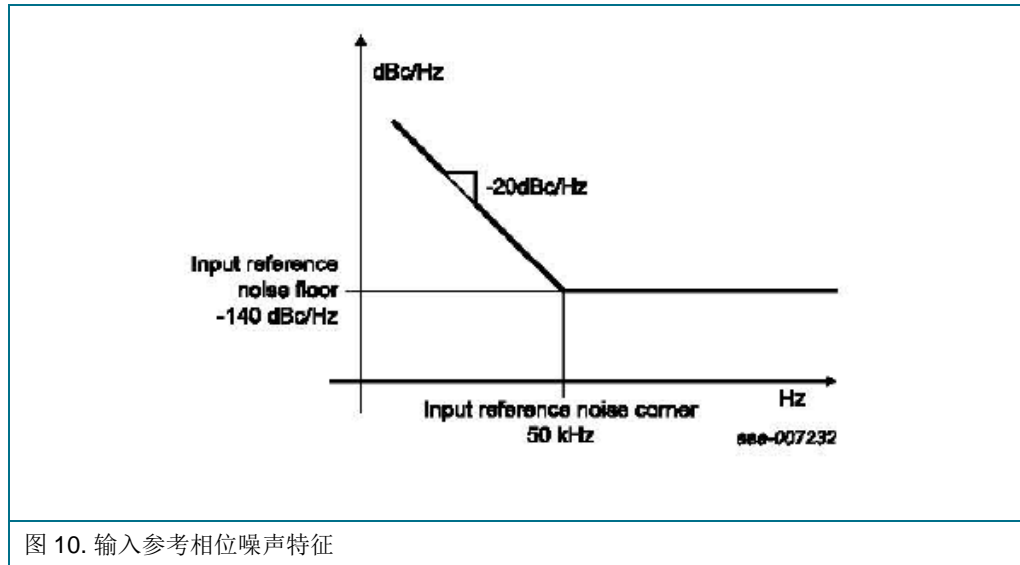


图 10. 输入参考相位噪声特征

该相位噪声相当于从 10 Hz 到 1 MHz 的 6.23 ps 的 RMS 抖动。要了解输入频率的配置，请参考[9]。对于 PLL，有 6 个经过预编程和验证的频率：13 MHz、19.2 MHz、24 MHz、26 MHz、38.4 MHz 和 52 MHz。

表 15. PLL 输入要求

耦合：单端，AC 耦合；

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{clk}	时钟频率	ISO/IEC 和 FCC 合规性	-	13	-	MHz
			-	19.2	-	MHz
			-	24	-	MHz
			-	26	-	MHz
			-	38.4	-	MHz
			-	52	-	MHz
$f_{i(\text{ref})\text{acc}}$	参考输入频率精度	全工作范围；频率典型值：13 MHz、26 MHz 和 52 MHz	^[1] -25	-	+25	ppm
		全工作范围；频率典型值：19.2 MHz、24 MHz 和 38.4 MHz	^[1] -50	-	+50	ppm
ϕ_n	相位噪声	50 kHz 时的输入基底噪声	-140	-	-	dB/Hz
正弦波形状						
$V_{i(\text{p-p})}$	峰峰输入电压		0.2	-	1.8	V
$V_{i(\text{clk})}$	时钟输入电压		0	-	1.8	V
方形						

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{i(\text{clk})}$	时钟输入电压		0	-	$1.8 \pm 10\%$	V

[1] 此要求符合 FCC 法规要求。如果只需满足 ISO/IEC 14443 和 ISO/IEC 18092，则 ± 400 ppm 限值适用。

有关时钟请求机制的详情，请参考[5]和[6]。

11.4.3 低功耗 40 MHz \pm 2.5%振荡器

低功耗振荡器生成一个 40 MHz 内部时钟。该频率除以二等于系统时钟。

11.4.4 低功耗 380 kHz 振荡器

实施低频率振荡器(LFO)以驱动计数器(WUC)从待机状态唤醒 PN7150。这样便可在应用级别实施低功耗读取器轮询循环。此外，该 380 kHz 用作参考时钟，以便对 EEPROM 存储器执行写入访问。

11.5 电源概念

11.5.1 PMU 功能说明

PN7150 的电源管理单元可从 V_{BAT} 输入电源电压中产生 PN7150 要求的内部电源：

- V_{DD} : 内部电源电压
- $V_{\text{DD(TX)}}$: RF 发射器的输出电源电压

图 11 描述了 PMU 中可用的主要模块：

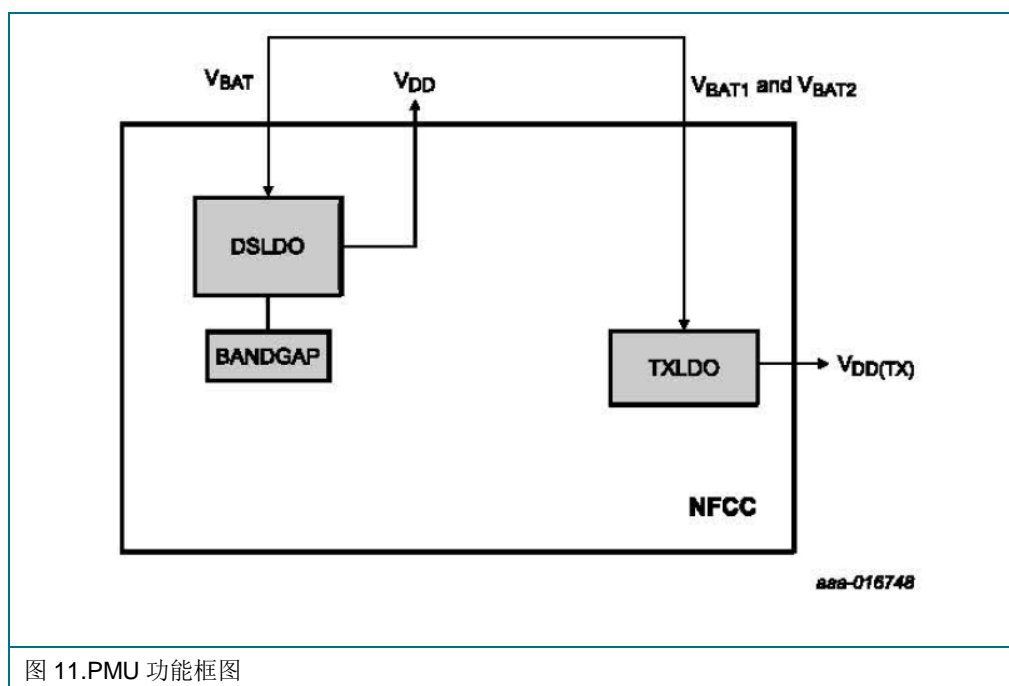


图 11.PMU 功能框图

11.5.2 DSLDO: 双电源低压差线性稳压器(LDO)

DSLDO 的输入引脚是 V_{BAT} 。

低压降稳压器提供 PN7150 中需要的 V_{DD} 。

11.5.3 TXLDO

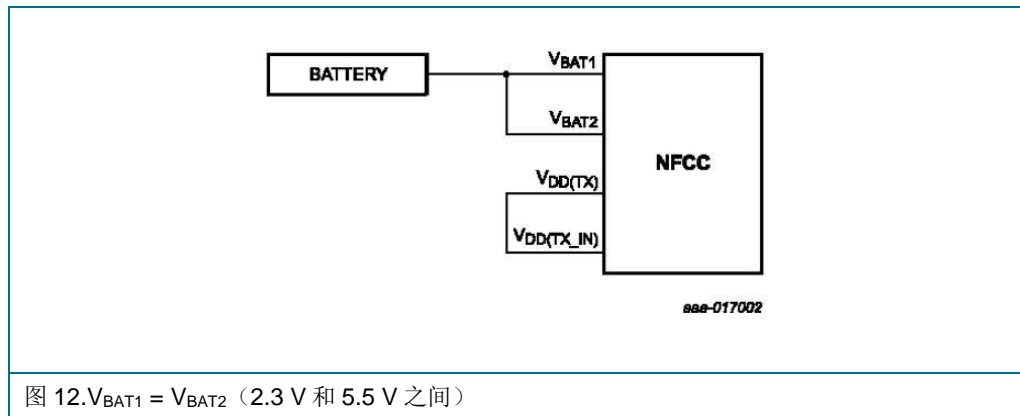
发射器电压可通过内部低压差线性稳压器(LDO)($V_{DD(TX)}$)生成，或来自外部电源 $V_{DD(TX)}$ 。

稳压器的设计可在 2 种配置中工作：

11.5.3.1 配置 1: 电池用于生成 RF 场时的电源连接

低压降稳压器的设计可为发射器生成 3.0 V、3.3 V 或 3.6 V 电源电压，电流负载高达 180 mA。

输出称为 $V_{DD(TX)}$ 。该稳压器的输入电源电压是连接到 V_{BAT1} 引脚的电池电压。



应根据读取器模式工作的最小目标 V_{BAT} 值选择 $V_{DD(TX)}$ 值。

- 如果 V_{BAT} 大于 3.0 V 加稳压器压降，则应选择 $V_{DD(TX)} = 3.0 V$ ：

$$V_{BAT} \geq (3.0V + 1\Omega \times \text{负载}) \Rightarrow V_{DD(TX)} = 3.0V$$

$$3.0V \geq V_{BAT} \geq 2.3V \Rightarrow V_{DD(TX)} = V_{BAT} - 1\Omega \times \text{负载}$$

- 如果 V_{BAT} 大于 3.3 V 加稳压器压降，则应选择 $V_{DD(TX)} = 3.3 V$ ：

$$V_{BAT} \geq (3.3V + 1\Omega \times \text{负载}) \Rightarrow V_{DD(TX)} = 3.3V$$

$$3.3V \geq V_{BAT} \geq 2.3V \Rightarrow V_{DD(TX)} = V_{BAT} - 1\Omega \times \text{负载}$$

- 如果 V_{BAT} 大于 3.6 V 加稳压器压降，则应选择 $V_{DD(TX)} = 3.6 V$ ：

$$V_{BAT} \geq (3.6V + 1\Omega \times \text{负载}) \Rightarrow V_{DD(TX)} = 3.6V$$

$$3.6V \geq V_{BAT} \geq 2.3V \Rightarrow V_{DD(TX)} = V_{BAT} - 1\Omega \times \text{负载}$$

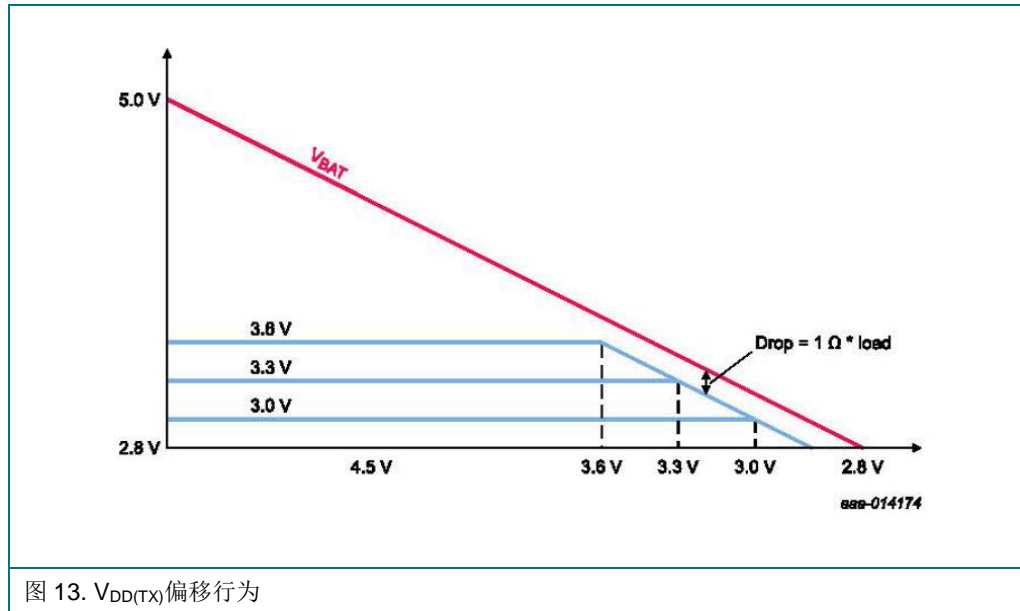


图 13. $V_{DD(TX)}$ 偏移行为

图 13 显示了对于为 3.0 V、3.3 V 或 3.6 V 编程的 $V_{DD(TX)}$ 的情况， $V_{DD(TX)}$ 偏移禁用的行为。在待机状态下，为 3.0 V、3.3 V 或 3.6 V 配置 $V_{DD(TX)}$ 时， $V_{DD(TX)}$ 调节在 2.5 V。

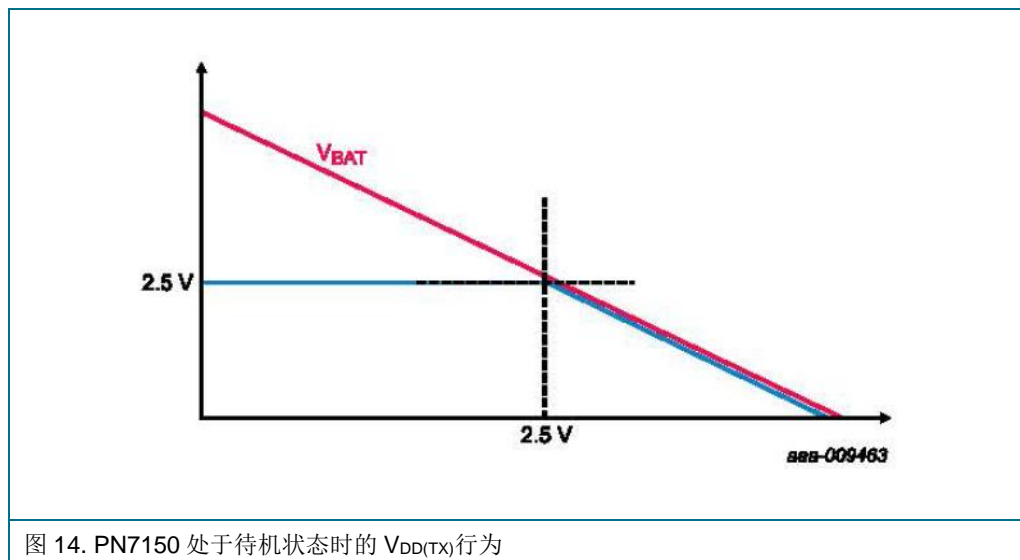


图 14. PN7150 处于待机状态时的 $V_{DD(TX)}$ 行为

图 14 显示了 PN7150 处于待机状态时的情况。

11.5.3.2 配置 2: 5 V 电源通过使用 TXLDO 生成 RF 场时的电源连接

如果该稳压器的电源是外部 5 V 电源，TXLDO 也有可能生成 4.75 V 或 4.5 V 电源。

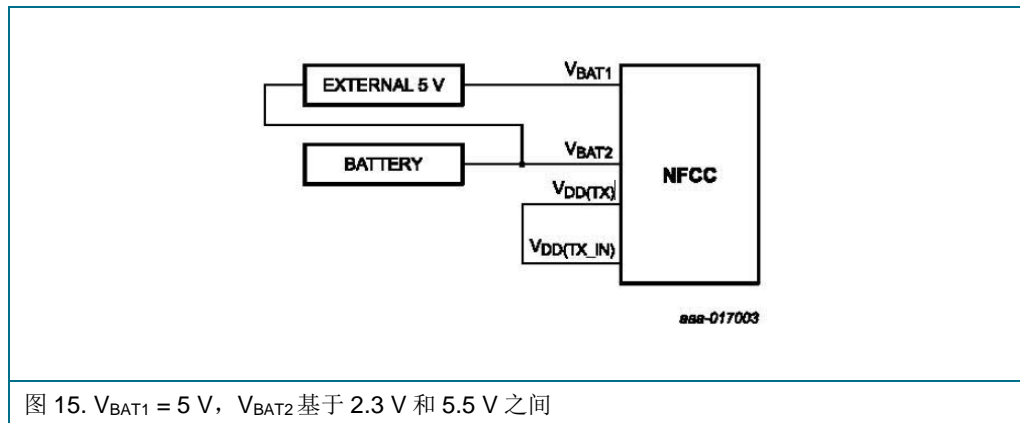


图 15. $V_{BAT1} = 5\text{ V}$ ， V_{BAT2} 基于 2.3 V 和 5.5 V 之间

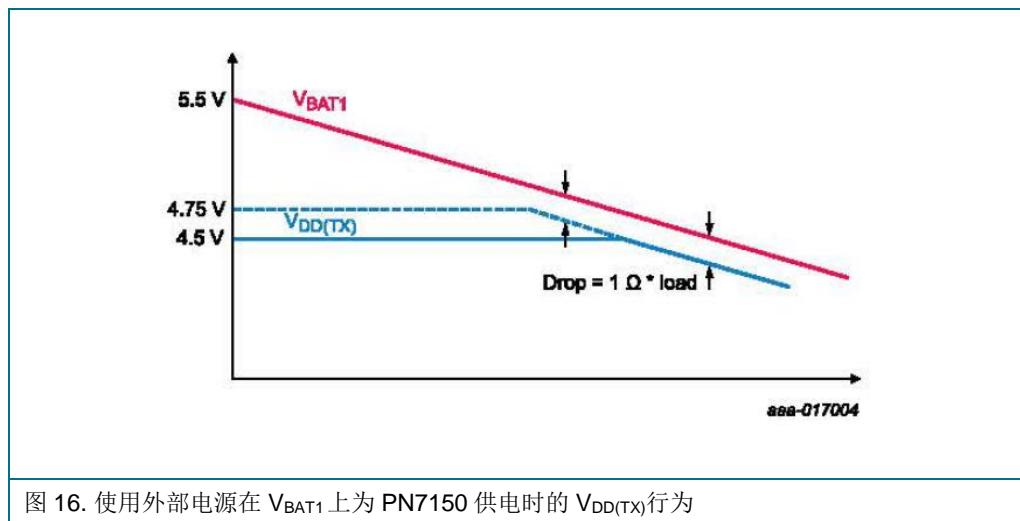


图 16. 使用外部电源在 V_{BAT1} 上为 PN7150 供电时的 $V_{DD(TX)}$ 行为

图 16 显示了 $V_{DD(TX)}$ 的行为，具体取决于 V_{BAT1} 值。

11.5.3.3 TXLDO 限制器

TXLDO 包括一个电流限制器，用于避免在读取器或启动器模式时 TX1、TX2 中的电流过高。

电流限制器模块会将 TXLDO 输出电流的图像与基准进行比较。到达该基准后，输出电流便受到限制，即无论 V_{BAT} 或 V_{BAT1} 是 2.3 V 至 5.5 V 范围内的何值，输出电流都相当于 220 mA 的典型输出电流。

11.5.4 电池电压监控器

PN7150 采用低功耗 V_{BAT} 电压监控器，该监控器可保护移动设备电池，避免其放电至低于临界电平。当 V_{BAT} 电压低于 $V_{BATcritical}$ 阈值时，PN7150 进入监控状态。请参考图 17，查看电池监控器的原理图。

电池电压监控器通过 EEPROM 设置启用。

第一次启动后，V_{BAT} 电压监控器功能关闭，一旦在 EEPROM 中正确配置则启用。PN7150 可连续监控电池电压。

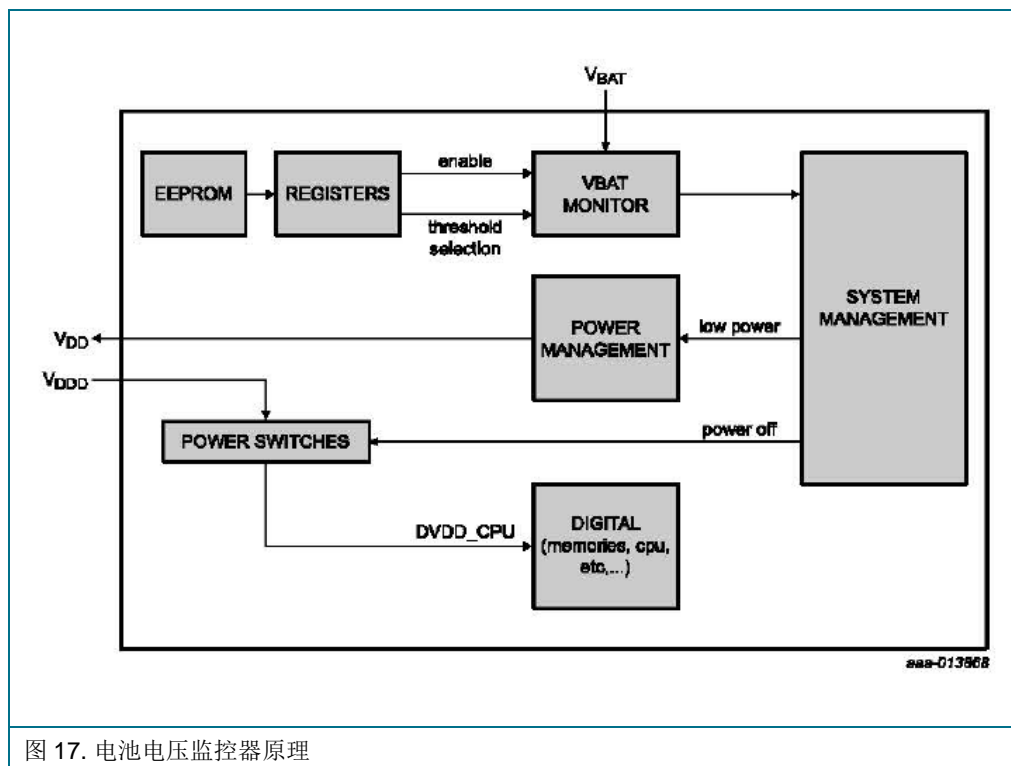


图 17. 电池电压监控器原理

临界电平的值可通过 EEPROM 设置配置为 2.3 V 或 2.75 V。该值的典型迟滞约为 150 mV。

11.6 重置概念

11.6.1 重置 PN7150

要进入重置，有两种方式：

- 降低 VEN 电压（硬掉电状态）
- 如果 V_{BAT} 监控器启用：将 V_{BAT} 降低至监控器阈值以下（监控状态，如果 VEN 电压保持高于 1.1 V）

重置意味着将嵌入式固件执行和寄存器值重置为默认值。部分默认值通过 EEPROM 数据加载的值来定义，其他值通过硬件定义。请参见 [5]，了解哪些值可用于根据应用环境调整 PN7150。

要避免重置：

- 提高 VEN 电压，使 V_{BAT} 高于 V_{BAT} 监控器阈值（如果启用）

图 18 显示了通过 VEN 引脚完成的重置。

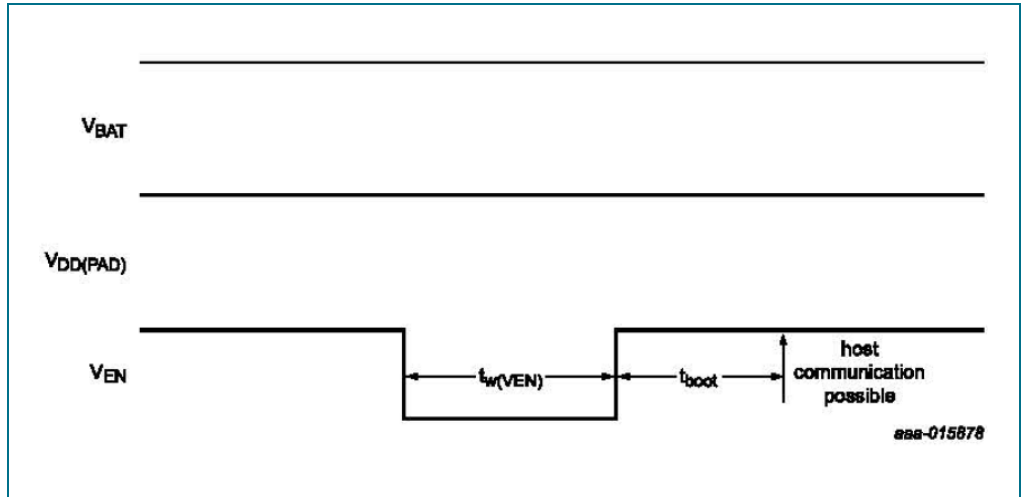


图 18. 通过 VEN 引脚重置 PN7150

时序值请参见第 15.2.2 部分。

11.6.2 加电序列

PN7150 有 2 个不同的电源。PN7150 允许单独设置这些电源，因此必须考虑不同的加电序列。

11.6.2.1 V_{BAT} 在 V_{DD(PAD)} 前设置

当 V_{BAT} 引脚与电池直接连接以及系统供电后 PN7150 V_{BAT} 始终供电时，情况如此。由于 VEN 引脚参考 V_{BAT} 引脚，因此设置了 V_{BAT} 后，VEN 电压应提高。

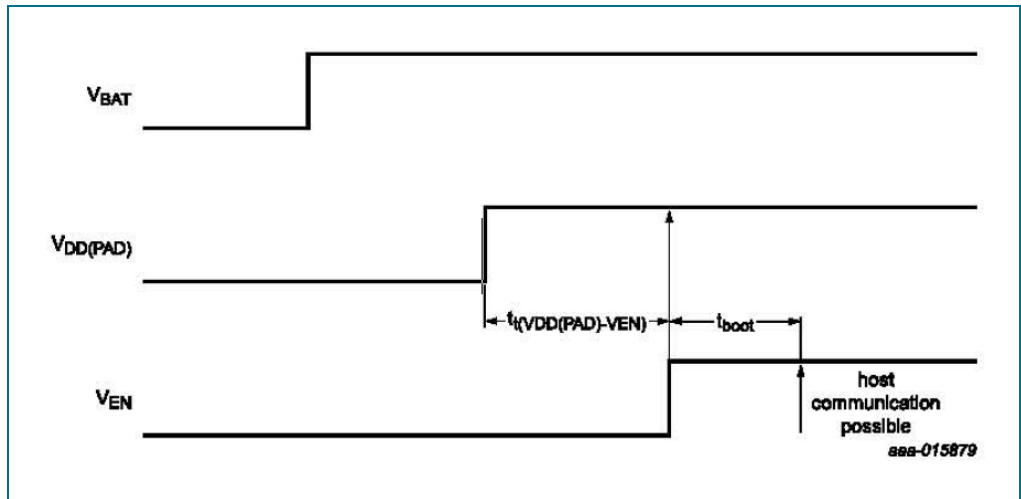


图 19. V_{BAT} 在 V_{DD(PAD)} 前设置

时序值请参见第 15.2.3 部分。

11.6.2.2 V_{DD(PAD)} 和 V_{BAT} 同时设置

当 V_{BAT} 引脚与 PMU/稳压器（也供应 V_{DD(PAD)}）连接时，情况如此。

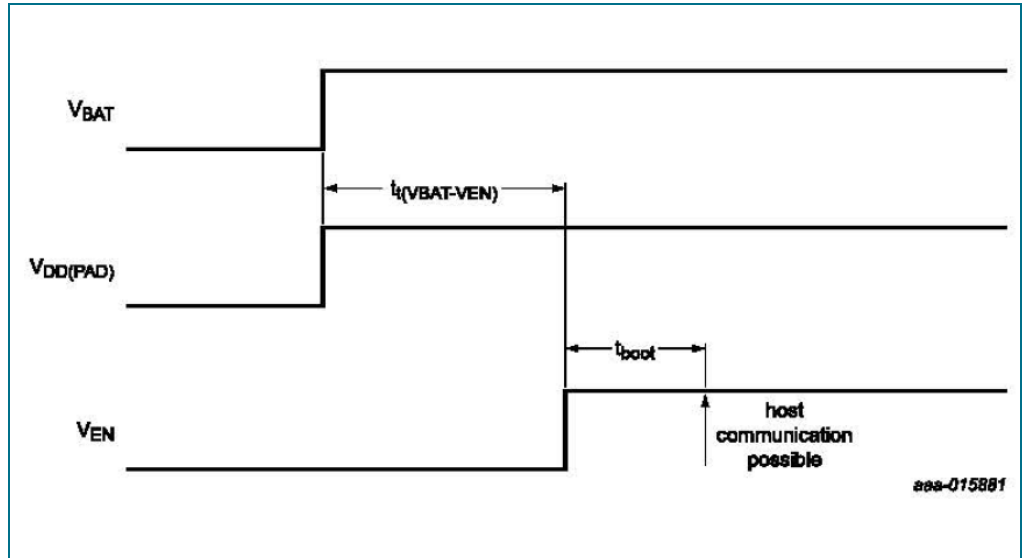


图 20. VDD(PAD)和 VBAT 同时设置

时序值请参见第 15.2.3 部分。

11.6.2.3 在设置 VDD(PAD)或切断 VDD(PAD)之前已启用 PN7150

当 VBAT 引脚与电池直接连接时以及从 PMU 生成 VDD(PAD)时，情况如此。当电池电压过低时，PMU 可能再也无法生成 VDD(PAD)。当设备再次充电时，重新设置 VDD(PAD)。

由于要选择接口的引脚从 VDD(PAD)偏置，因此当 VDD(PAD)消失时，引脚可能不会在内部正确偏置，信息可能丢失。因此，需要在重新设置 VDD(PAD)后引导 IC。

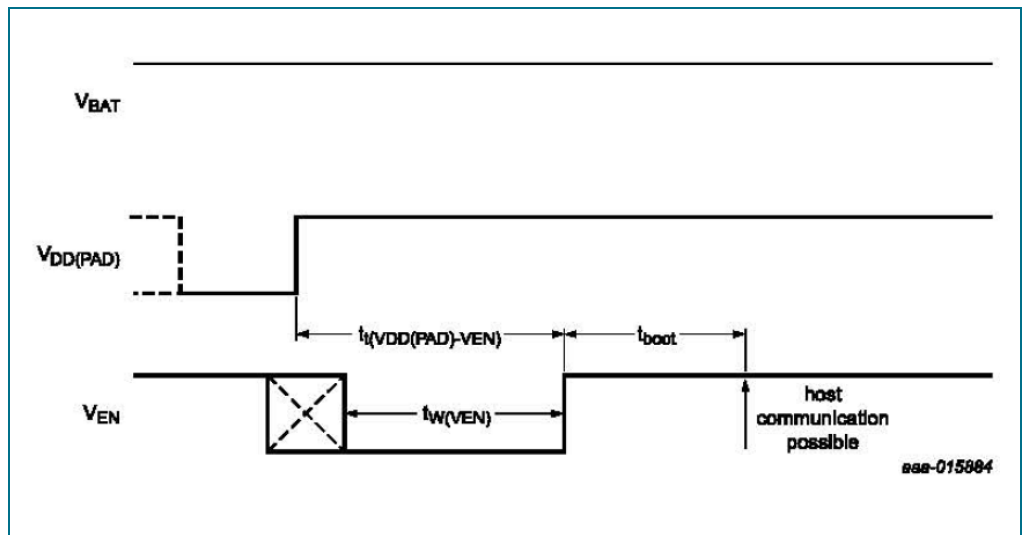
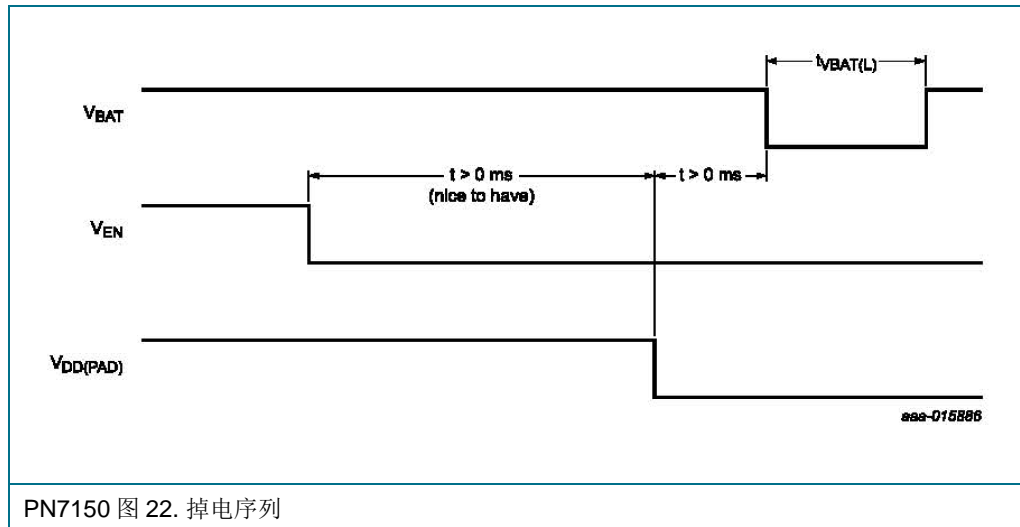


图 21. 启用 PN7150 后，设置或切断 VDD(PAD)。

时序值请参见第 15.2.3 部分。

11.6.3 掉电序列



11.7 非接触式接口单元

PN7150 支持不同传输速度和调制方案下的各种通信模式。后续章节将详细介绍选定的通信模式。

注：本章中指示的所有调制索引和模式均为系统参数。这意味着，除了 IC 设置，实现最佳性能需要合适的天线调谐。

11.7.1 读取器/写入器通信模式

一般而言，支持 5 个读取器/写入器通信模式：

- ISO/IEC 14443 A 型和 MIFARE Classic 的 PCD 读取器/写入器
- Jewel/Topaz 的 PCD 读取器/写入器
- FeliCa 的 PCD 读取器/写入器
- ISO/IEC 14443B 的 PCD 读取器/写入器
- ISO/IEC 15693/ICODE 的 VCD 读取器/写入器

11.7.1.1 ISO/IEC 14443 A 型、MIFARE Classic 和 Jewel/Topaz PCD 的通信模式

根据 ISO/IEC 14443A 规格，ISO/IEC 14443A 和 MIFARE Classic PCD 通信模式是读取器与卡的一般通信方案。该调制方案还用于与 Jewel/Topaz 卡通信。

图 23 描述了物理层面的通信，通信表介绍了物理参数（对于较高的数据速率，数字考虑天线对调制深度的影响）。

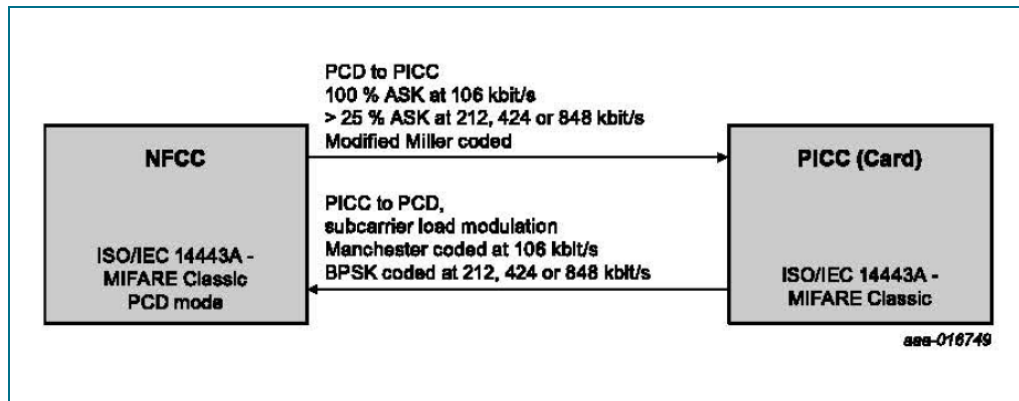


图 23. ISO/IEC 14443 A 型的读/写模式和 MIFARE Classic 的读/写模式

表 16. ISO/IEC 14443 A 型的通信概述和 MIFARE Classic 的读/写模式

通信方向		ISO/IEC 14443A/MIFARE Classic/Jewel/Topaz	ISO/IEC 14443A 更高的传输速度			
			传输速度	212 kb/s	424 kb/s	848 kb/s
			(128/13.56) μs	(64/13.56) μs	(32/13.56) μs	(16/13.56) μs
PN7150 → PICC						
(数据通过 PN7150 发送到卡)	PN7150 端的调制	100% ASK	> 25% ASK	> 25% ASK	> 25% ASK	> 25% ASK
	位编码	变形米勒编码	变形米勒编码	变形米勒编码	变形米勒编码	变形米勒编码
PICC → PN7150						
(PN7150 从卡接收数据)	PICC 端的调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制
	子载波频率	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16
	位编码	曼彻斯特编码	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK

PN7150 的非接触式协处理器和片上 CPU 可处理完整的 ISO/IEC 14443A 和 MIFARE Classic RF 协议，然而，必须有一个专用外部主机来处理应用层通信。

11.7.1.2 FeliCa PCD 通信模式

根据 FeliCa 规格，FeliCa 通信模式是读取器/写入器与卡的一般通信方案。图 24 描述了物理层面的通信，通信概述介绍了物理参数。

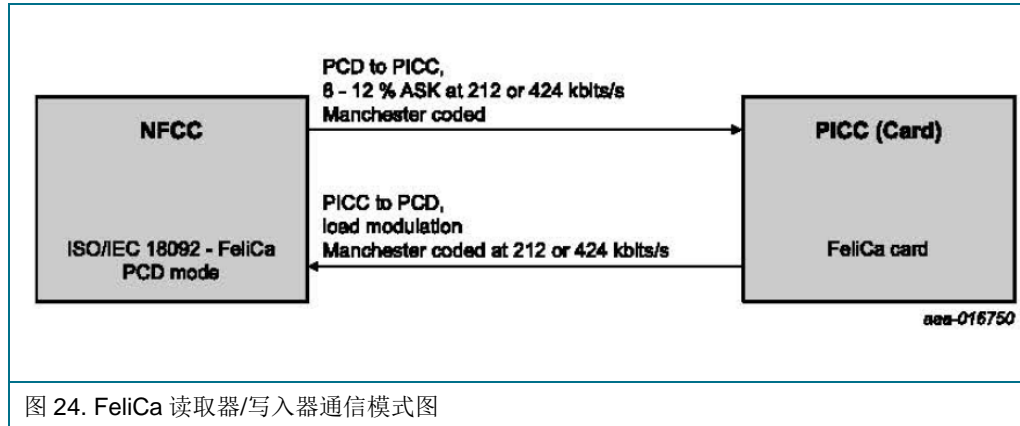


表 17. FeliCa 读取器/写入器通信模式概述

通信方向		FeliCa	FeliCa 更高的传输速度
	传输速度	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
PN7150 \rightarrow PICC			
(数据通过 PN7150 发送到卡)	PN7150 端的调制	8% - 12% ASK	8% - 12% ASK
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
PICC \rightarrow PN7150			
(PN7150 从卡接收数据)	PICC 端的调制	负载调制	负载调制
	子载波频率	无子载波	无子载波
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码

PN7150 的非接触式协处理器和片上 CPU 可处理 FeliCa 协议。然而，必须有一个专用外部主机来处理应用层通信。

11.7.1.3 ISO/IEC 14443B PCD 通信模式

根据 ISO/IEC 14443B 规格，ISO/IEC 14443B PCD 通信模式是读取器与卡的一般通信方案。图 25 描述了物理层面的通信，通信表介绍了物理参数。

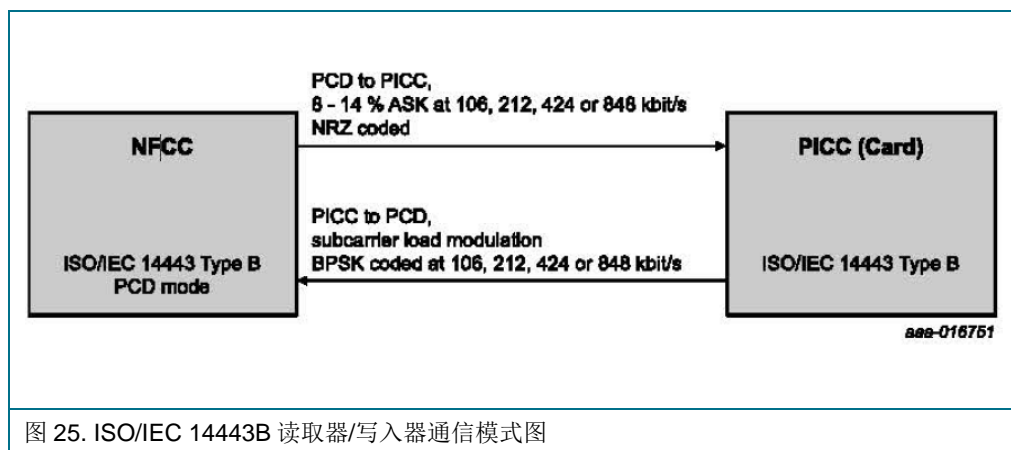


图 25. ISO/IEC 14443B 读取器/写入器通信模式图

表 18. ISO/IEC 14443B 读取器/写入器通信模式概述

通信方向		ISO/IEC 14443B	ISO/IEC 14443B 更高的传输速度		
	传输速度	106 kb/s	212 kb/s	424 kb/s	848 kb/s
	位长度	(128/13.56) μ s	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s	(16/13.56) μ s
PN7150 → PICC					
(数据通过 PN7150 发送到卡)	PN7150 端的调制	8% - 14% ASK	8% - 14% ASK	8% - 14% ASK	8% - 14% ASK
	位编码	NRZ	NRZ	NRZ	NRZ
PICC → PN7150					
(PN7150 从卡接收数据)	PICC 端的调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制
	子载波频率	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16
	位编码	BPSK	BPSK	BPSK	BPSK

PN7150 的非接触式协处理器和片上 CPU 可处理完整的 ISO/IEC 14443B RF 协议，然而，必须有一个专用外部主机来处理应用层通信。

11.7.1.4 NFC forum 5 类标签的 R/W 模式

根据 ISO/IEC 15693 规格，NFC forum 5 类标签(T5T)的 R/W 模式是读取器与卡的一般通信方案。PN7150 将仅使用 26.48 kbit/s 的 VICC 单一子载波数据速率与 VICC(5 类标签)通信。

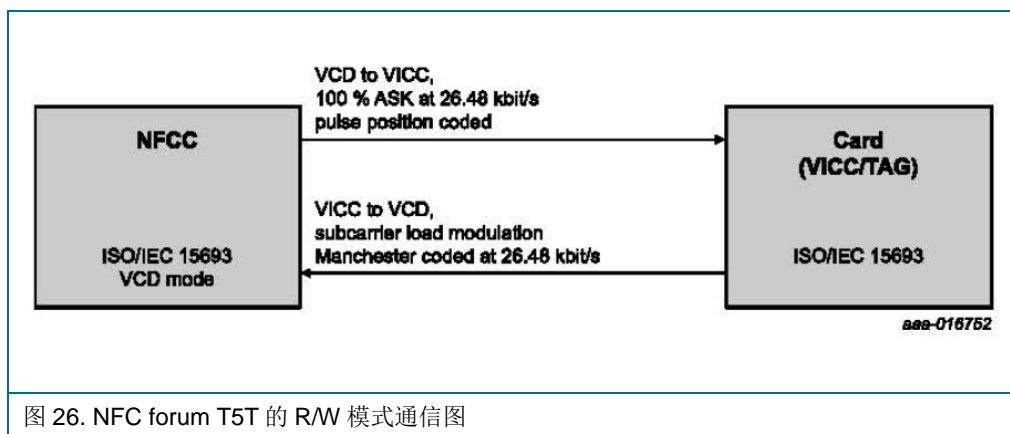


图 26. NFC forum T5T 的 R/W 模式通信图

图 26 和表 17 显示了使用的通信方案。

表 19. NFC forum T5T R/W 模式的通信概述

通信方向		
PN7150 → VICC		
(数据通过 PN7150 发送到标签)	传输速度	26.48 kb/s
	位长度	(512/13.56) μs
	PN7150 端的调制	100% ASK
	位编码	脉冲位置调制 1 (共 4 个) 模式
VICC → PN7150		
(PN7150 从标签接收数据)	传输速度	26.48 kb/s
	位长度	(512/13.56) μs
	VICC 端的调制	子载波负载调制
	子载波频率	单一子载波
	位编码	曼彻斯特编码

11.7.2 ISO/IEC 18092, Ecma 340 NFCIP-1 通信模式

NFCIP-1 通信发生在 2 个设备之间：

- NFC 启动器：在 13.56 MHz 时生成 RF 场，并启动 NFCIP-1 通信。
- NFC 目标：在无源通信模式下，在负载调制方案中响应 NFC 启动器命令，或者在有源通信模式下，使用自生成且自调制的 RF 场来响应。

NFCIP-1 通信可区分有源和无源通信模式。

- 有源通信模式意味着 NFC 启动器和 NFC 目标使用各自的 RF 场来传输数据
- 无源通信模式意味着 NFC 目标在负载调制方案下应答 NFC 启动器命令。就生成 RF 场而言，NFC 启动器处于活动状态。

如 NFCIP-1 标准中定义的，PN7150 支持传输速度为 106 kbit/s、212 kbit/s 和 424 kbit/s 的有源目标、有源启动器、无源目标和无源启动器通信模式。

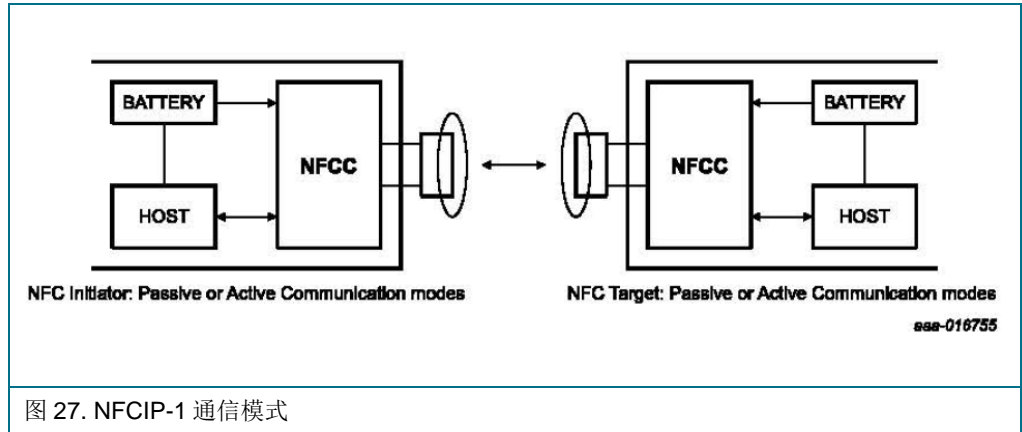


图 27. NFCIP-1 通信模式

然而，必须有一个专用外部主机来处理应用层通信。

11.7.2.1 有源通信模式

有源通信模式意味着 NFC 启动器和 NFC 目标使用各自的 RF 场来传输数据。

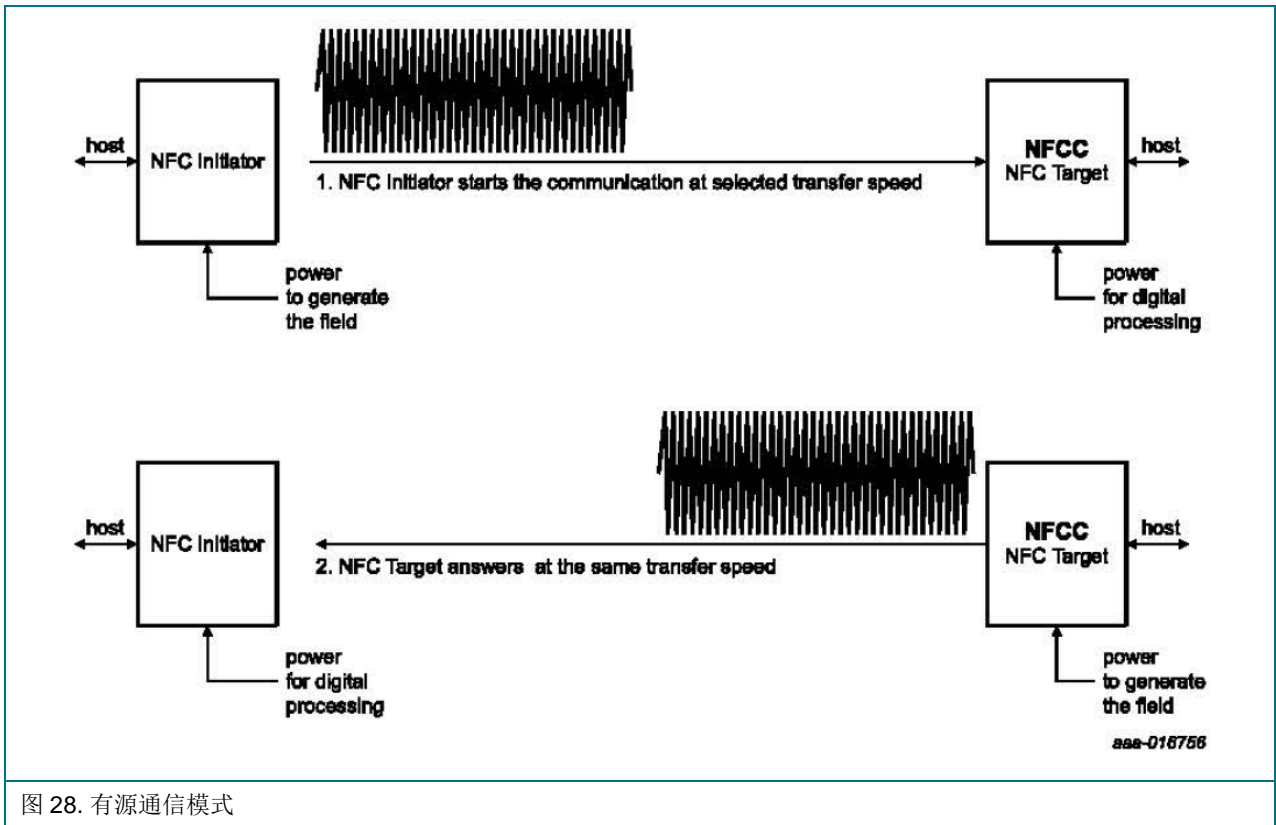


图 28. 有源通信模式

下表概述了有源通信模式：

表 20. 有源通信模式概述

通信方向	ISO/IEC 18092、Ecma 340、NFCIP-1			
	波特率	106 kb/s	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(128/13.56) μ s	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
NFC 启动器 → NFC 目标				
	调制	100% ASK	8% - 30% ASK ^[1]	8% - 30% ASK ^[1]
	位编码	变形米勒编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
NFC 目标 → NFC 启动器				
	调制	100% ASK	8% - 30% ASK ^[1]	8% - 30% ASK ^[1]
	位编码	米勒	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码

[1] 该调制索引范围符合 NFCIP-1 标准。可能是一些 NFC forum 3 类卡无法承受完整范围，因为根据 FeliCa 范围，该范围较窄（8%至 14% ASK）。

11.7.2.2 无源通信模式

无源通信模式意味着 NFC 目标在负载调制方案下应答 NFC 启动器命令。

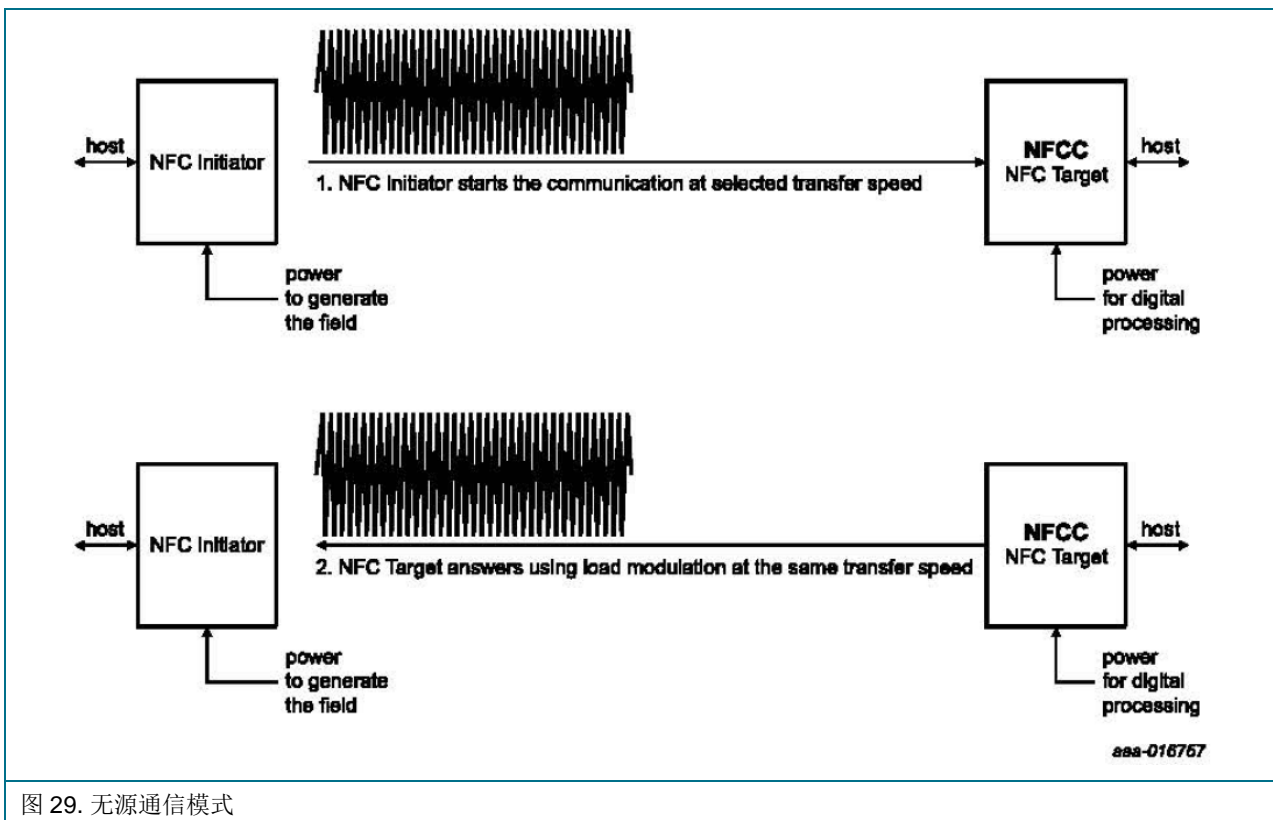


图 29. 无源通信模式

表 19 概述了无源通信模式：

表 21. 无源通信模式概述

通信方向	ISO/IEC 18092、Ecma 340、NFCIP-1			
	波特率	106 kb/s	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(128/13.56) μ s	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
NFC 启动器 → NFC 目标				
	调制	100% ASK	8% - 30% ASK ^[1]	8% - 30% ASK ^[1]
	位编码	变形米勒编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
NFC 目标 → NFC 启动器				
	调制	子载波负载调制	负载调制	负载调制
	子载波频率	13.56 MHz/16	无子载波	无子载波
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码

[1] 该调制索引范围符合 NFCIP-1 标准。可能是一些 NFC forum 3 类卡无法承受完整范围，因为根据 FeliCa 范围，该范围较窄（8%至 14% ASK）。要调整索引，请参见[7]。

11.7.2.3 NFCIP-1 成帧和编码

NFCIP-1 标准定义了有源和无源通信模式下的 NFCIP-1 成帧和编码：ISO/IEC 18092 或 Ecma 340。

11.7.2.4 NFCIP-1 协议支持

本文档对 NFCIP-1 协议的描述不完整。有关该协议的详细说明，请参考 ISO/IEC 18092 或 Ecma 340 NFCIP-1 标准。然而，数据链路层符合以下策略：

- 事务包括初始化、防干扰方法和数据传输。该序列不得被其他事务中断。
- PSL 应该用于在目标选择和数据传输之间更改速度，但是在数据传输过程中，不应更改速度。

11.7.3 卡通信模式

PN7150 可作为 NFC forum T3T 和 T4T 标签寻址。这意味着 PN7150 可根据 ISO/IEC 14443A、ISO/IEC 14443B 和 Sony FeliCa 接口说明在负载调制方案内生成应答。

注：PN7150 不支持完整的卡协议。这必须由主机控制器来处理。

表 20、表 21 和表 22 描述了物理参数。

11.7.3.1 NFC forum T4T、ISO/IEC 14443A 卡模式

表 22. NFC forum T4T、ISO/IEC 14443A 卡模式概述

通信方向		ISO/IEC 14443A	ISO/IEC 14443A 更高的传输速度	
	传输速度	106 kb/s	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(128/13.56) μ s	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
PCD \rightarrow PN7150				
(PN7150 从卡接收数据)	PCD 端的调制	100% ASK	> 25% ASK	> 25% ASK
	位编码	变形米勒编码	变形米勒编码	变形米勒编码
PN7150 \rightarrow PCD				
(数据通过 PN7150 发送到卡)	PN7150 端的调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制
	子载波频率	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16
	位编码	曼彻斯特编码	BPSK	BPSK

11.7.3.2 NFC forum T4T、ISO/IEC 14443B 卡模式

表 23. NFC forum T4T、ISO/IEC 14443B 卡模式概述

通信方向		ISO/IEC 14443B	ISO/IEC 14443B 更高的传输速度	
	传输速度	106 kb/s	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(128/13.56) μ s	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
PCD \rightarrow PN7150				
(PN7150 从读取器接收数据)	PCD 端的调制	8% - 14% ASK	8% - 14% ASK	8% - 14% ASK
	位编码	NRZ	NRZ	NRZ
PN7150 \rightarrow PCD				
(数据通过 PN7150 发送到读取器)	PN7150 端的调制	子载波负载调制	子载波负载调制	子载波负载调制
	子载波频率	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16	13.56 MHz/16
	位编码	BPSK	BPSK	BPSK

11.7.3.3 NFC forum T3T、Sony FeliCa 卡模式

表 24. NFC forum T3T、Sony FeliCa 卡模式概述

通信方向		FeliCa	FeliCa 更高的传输速度
	传输速度	212 kb/s	424 kb/s
	位长度	(64/13.56) μ s	(32/13.56) μ s
PCD → PN7150			
(PN7150 从读取器接收数据)	PN7150 端的调制	8% - 12% ASK	8% - 12% ASK
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码
PN7150 → PCD			
(数据通过 PN7150 发送到读取器)	PICC 端的调制	负载调制	负载调制
	子载波频率	无子载波	无子载波
	位编码	曼彻斯特编码	曼彻斯特编码

11.7.4 频率互操作性

通信时，PN7150 会生成一些 RF 频率。检测 RF 场数据时，PN7150 对一些 RF 信号也很敏感。

为避免干扰其他 RF 通信，需要调整天线并按照[\[6\]](#)设计电路板。

虽然 ISO/IEC 14443 和 ISO/IEC 18092/Ecma 340 允许 13.56 MHz \pm 7 kHz 的 RF 频率，但 FCC 法规不允许这样宽的范围，而是将频散限制到 \pm 50 ppm，符合 PN7150 的能力。

12 限值

表 25. 限值

依据绝对最大额定值系统(IEC 60134)。

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
V _{DD(PAD)}	V _{DD(PAD)} 电源电压	主机接口的电源电压	-	4.35	V
V _{BAT}	电池电源电压		-	6	V
V _{ESD}	静电放电电压	HBM; 1500 Ω, 100 pF; EIA/JESD22-A114-D	-	1.5	kV
		CDM; 电场感应模型; EIA/JESD22-C101-C	-	500	V
T _{stg}	存储温度		-55	+150	°C
P _{tot}	总功耗	所有模式	^[1] -	600	mW
V _{RXN(i)}	RXN 输入电压		0	2.5	V
V _{RXP(i)}	RXP 输入电压		0	2.5	V

[1] 该解决方案的设计目标为，针对不同目标用例，从 RF 场耗散的功率或 PN7150 生成的功率不超过此值。

13 建议工作条件

表 26. 工作条件

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
T _{amb}	环境温度	JEDEC PCB-0.5	-30	+25	+85	°C
V _{BAT}	电池电源电压	电池监控器已启用；V _{SS} = 0 V	[1] 2.3	-	5.5	V
		卡模拟和无源目标；V _{SS} = 0 V	[1] 2.3 [2]	-	5.5	V
		读取器、有源启动器和有源目标；V _{SS} = 0 V	[1] 2.7 [2]	-	5.5	V
V _{DD(PAD)}	V _{DD(PAD)} 电源电压	主机接口的电源电压				
		• 1.8 V 主机电源；V _{SS} = 0 V	[1] 1.65	1.8	1.95	V
		• 3 V 主机电源；V _{SS} = 0 V	[1] 3.0	-		V
P _{tot}	总功耗	读取器，L _{VDD(TX)} = 100 mA；V _{BAT} = 5.5V	-	-		mW
I _{BAT}	电池电源电流	处于硬掉电状态；V _{BAT} = 3.6 V； T = 25 °C	[3] -	10		μA
		处于待机状态；V _{BAT} = 3.6 V；T = 25 °C	-	20	-	μA
		处于监控状态；V _{BAT} = 2.75 V；T = 25 °C	-	-	14	μA
		在低功耗轮询循环中；V _{BAT} = 3.6 V；T = 25 °C；循环时间 = 500 ms	[4] -	150	-	μA
		典型 3 V 电压时的 PCD 模式	[5] -	-	190	mA
I _{th(lim)}	电流限制阈值电流	V _{DD(TX)} 引脚上的电流限制器； V _{DD(TX)} = 3.3 V	[5] -	180	-	mA

[1] V_{SS} 代表 V_{SS(PAD)}和 V_{SS(TX)}。

[2] 应调整天线，使其不超过此电流限制（必须考虑与其他设备耦合时产生的失调效应）。

[3] NFC_CLK_XTAL1 的外部时钟必须为低电平。

[4] 请参见[10]，了解如何计算功耗，因为功耗取决于多个参数。

[5] 天线应调整为不超过 I_{BAT} 的最大值。

14 热特性

14.1 热特性 HVQFN40

表 27. 热特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{th(j-a)}$	从结点到环境的热阻值	在自由空气中，裸露焊盘焊接在 4 层 JEDEC PCB 上	-	40	-	K/W

14.2 热特性 WLCSP42

表 28. 热特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$R_{th(j-a)}$	从结点到环境的热阻值	在自由空气中，裸露焊盘焊接在 4 层 JEDEC PCB 上	-	42	-	K/W

15 特性

15.1 耗电量特性

表 29. 工作环境温度范围的耗电量特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{BAT}	电池电源电流	处于硬掉电状态；V _{BAT} = 3.6 V；VEN 电压 = 0 V	-	10	20	μA
		处于待机状态；V _{BAT} = 3.6 V；	[1] -	20	35	μA
		处于空闲和侦听器模式；V _{BAT} = 3.6 V	-	4.55	-	mA
		处于轮询器模式；V _{BAT} = 3.6 V	-	150	-	mA
		处于监控状态；V _{BAT} = 2.75 V	[2] -	10	20	μA

[1] 请参考第 10.1.2 部分，查看电源模式的说明。

[2] 当监控器阈值设置为 2.3 V 时，这与 V_{BAT} = 2.3 V 的值相同。

15.2 功能模块电气特性

15.2.1 电池电压监控器特性

表 30. 电池电压监控器特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{th}	阈值电压	设置为 2.3 V	2.15	2.3	2.45	V
		设置为 2.75 V	2.6	2.75	2.9	V
V _{hys}	迟滞电压		100	150	200	mV

15.2.2 通过 VEN 重置

表 31. 重置时间

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _{W(VEN)}	VEN 脉冲宽度	重置	10	-	-	μs
t _{boot}	启动时间		-	-	2.5	ms

15.2.3 加电时间

表 32. 加电时间

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t _{t(VBAT-VEN)}	从引脚 V _{BAT} 到引脚 VEN 的转换时间	V _{BAT} , VEN 电压 = 高	0	0.5	-	ms
t _{t(VDDPAD-VEN)}	从引脚 V _{DD(PAD)} 到引脚 VEN 的转换时间	V _{DD(PAD)} , VEN 电压 = 高	0	0.5	-	ms

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{(VBAT-VDDPAD)}$	从引脚 V _{BAT} 到引脚 V _{DD(PAD)} 的转换时间	V _{BAT} , V _{DD(PAD)} = 高	0	0.5	-	ms

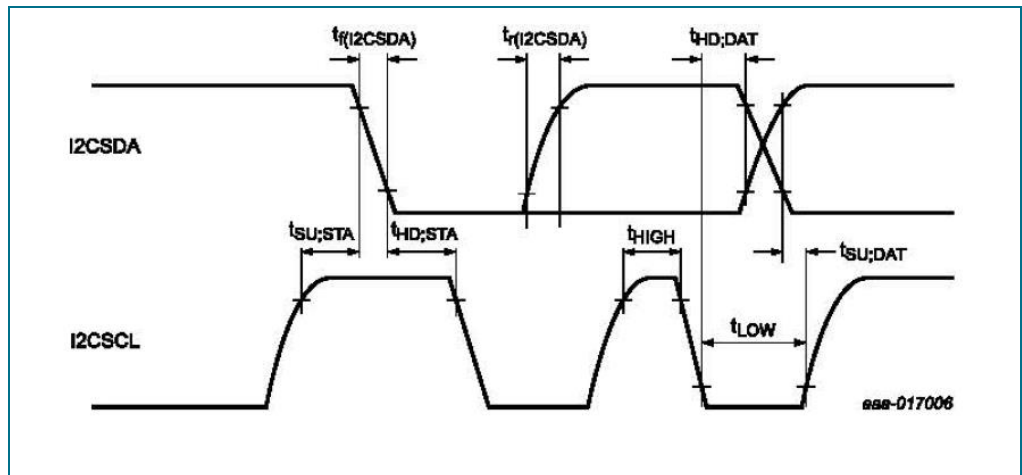
15.2.4 掉电时间

表 33. 掉电时间

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{VBAT(L)}$	时间 V _{BAT} 低		20	-	-	ms

15.2.5 I²C 总线时间

下面是时间和频率规格。

图 30. I²C 总线时间表 34. 高速模式 I²C 总线时间规格

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
$f_{clk(I2CSCL)}$	引脚 I2CSCL 上的时钟频率	I ² C 总线 SCL; C _b < 100 pF	0	3.4	MHz
$t_{SU;STA}$	重复 START 条件的建立时间	C _b < 100 pF	160	-	ns
$t_{HD;STA}$	(重复) START 条件的保持时间	C _b < 100 pF	160	-	ns
t_{LOW}	SCL 时钟的低电平周期	C _b < 100 pF	160	-	ns
t_{HIGH}	SCL 时钟的高电平周期	C _b < 100 pF	60	-	ns
$t_{SU;DAT}$	数据建立时间	C _b < 100 pF	10	-	ns
$t_{HD;DAT}$	数据保持时间	C _b < 100 pF	0	-	ns
$t_r(I2CSDA)$	引脚 I2CSDA 上的上升时间	I ² C 总线 SDA; C _b < 100 pF	10	80	ns
$t_f(I2CSDA)$	引脚 I2CSDA 上的下降时间	I ² C 总线 SDA; C _b < 100 pF	10	80	ns

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
V _{hys}	迟滞电压	施密特触发器输入； C _b < 100 pF	0.1V _{DD(PAD)}	-	V

表 35.快速模式 I²C 总线时间规格

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f _{clk(I2CSCL)}	引脚 I2CSCL 上的时钟频率	I ² C 总线 SCL； C _b < 400 pF	0	400	kHz
t _{SU,STA}	重复 START 条件的建立时间	C _b < 400 pF	600	-	ns
t _{HD,STA}	(重复) START 条件的保持时间	C _b < 400 pF	600	-	ns
t _{LOW}	SCL 时钟的低电平周期	C _b < 400 pF	1.3	-	μs
t _{HIGH}	SCL 时钟的高电平周期	C _b < 400 pF	600	-	ns
t _{SU,DAT}	数据建立时间	C _b < 400 pF	100	-	ns
t _{HD,DAT}	数据保持时间	C _b < 400 pF	0	900	ns
V _{hys}	迟滞电压	施密特触发器输入； C _b < 400 pF	0.1V _{DD(PAD)}	-	V

15.3 引脚特性

15.3.1 NFC_CLK_XTAL1 和 NFC_CLK_XTAL2 引脚特性

表 36.使用 PLL 时 NFC_CLK_XTAL1 上的输入时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{i(p-p)}	峰峰输入电压		0.2	-	1.8	V
δ	占空系数		35	-	65	%

表 37.PLL 输入时 NFC_CLK_XTAL1 的引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{IH}	高电平输入电流	V _I = V _{DD}	-1	-	+1	μA
I _{IL}	低电平输入电流	V _I = 0 V	-1	-	+1	μA
V _i	输入电压		-	-	V _{DD}	V
V _{i(clk)(p-p)}	峰峰时钟输入电压		200	-	-	mV
C _i	输入电容	所有电源模式	-	2	-	pF

表 38. 27.12 MHz 晶体振荡器的引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$C_{i(NFC_CLK_XTAL1)}$	NFC_CLK_XTAL1 输入电容	$V_{DD} = 1.8\text{ V}$	-	2	-	pF
$C_{i(NFC_CLK_XTAL2)}$	NFC_CLK_XTAL2 输入电容		-	2	-	pF

表 39. PLL 精度

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{o(acc)}$	输出频率精度	在生成的 RF 频率上，添加到 NFC_CLK_XTAL1 频率的偏差；无论输入频率如何，这都是最糟糕的情况	-50	-	+50	ppm

15.3.2 VEN 输入引脚特性

表 40. VEN 输入引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IH}	高电平输入电压		1.1	-	V_{BAT}	V
V_{IL}	低电平输入电压		0	-	0.4	V
I_{IH}	高电平输入电流	VEN 电压 = V_{BAT}	-1	-	+1	μA
I_{IL}	低电平输入电流	VEN 电压 = 0 V	-1	-	+1	μA
C_i	输入电容		-	5	-	pF

15.3.3 IRQ 和 CLK_REQ 的引脚特性

表 41. IRQ 和 CLK_REQ 的引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OH}	高电平输出电压	$I_{OH} < 3\text{ mA}$	$V_{DD(PAD)} - 0.4$	-	$V_{DD(PAD)}$	V
V_{OL}	低电平输出电压	$I_{OL} < 3\text{ mA}$	0	-	0.4	V
C_L	负载电容		-	-	20	pF
t_f	下降时间	$C_L = 12\text{ pF}$ 最大				
		• 高速	1	-	3.5	ns
		• 低速	2	-	10	ns
t_r	上升时间	$C_L = 12\text{ pF}$ 最大				
		• 高速	1	-	3.5	ns
		• 低速	2	-	10	ns
R_{pd}	下拉电阻		[1] 0.35	-	0.85	M Ω

[1] 在 HPD 和监控器状态下激活。

15.3.4 RXN 和 RXP 的输入引脚特性

表 42. RXN 和 RXP 的输入引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{RXN(i)}$	RXN 输入电压		0	-	V_{DD}	V
$V_{RXP(i)}$	RXP 输入电压		0	-	V_{DD}	V
$C_{i(RXN)}$	RXN 输入电容		-	12	-	pF
$C_{i(RXP)}$	RXP 输入电容		-	12	-	pF
$Z_{i(RXN-VDDMID)}$	RXN 和 $V_{DD(MID)}$ 之间的输入阻抗	读取器、卡和 P2P 模式	0	-	15	k Ω
$Z_{i(RXP-VDDMID)}$	RXP 和 $V_{DD(MID)}$ 之间的输入阻抗	读取器、卡和 P2P 模式	0	-	15	k Ω
$V_{i(dyn)(RXN)}$	RXN 动态输入电压	米勒编码				
		• 106 kb/s	-	150	200	mV(p-p)
		• 212 kbit/s 至 424 kbit/s	-	150	200	mV(p-p)
$V_{i(dyn)(RXP)}$	RXP 动态输入电压	米勒编码				
		• 106 kb/s	-	150	200	mV(p-p)
		• 212 kbit/s 至 424 kbit/s	-	150	200	mV(p-p)
$V_{i(dyn)(RXN)}$	RXN 动态输入电压	曼彻斯特编码、NRZ 或 BPSK 编码；106 kbit/s 至 848 kbit/s	-	150	200	mV(p-p)
$V_{i(dyn)(RXP)}$	RXP 动态输入电压	曼彻斯特编码、NRZ 或 BPSK 编码；106 kbit/s 至 848 kbit/s	-	150	200	mV(p-p)
$V_{i(dyn)(RXN)}$	RXN 动态输入电压	所有数据编码；106 kbit/s 至 848 kbit/s	V_{DD}	-	-	V(p-p)
$V_{i(dyn)(RXP)}$	RXP 动态输入电压	所有数据编码；106 kbit/s 至 848 kbit/s	V_{DD}	-	-	V(p-p)
$V_{i(RF)}$	RF 输入电压	检测到 RF 输入电压；启动器模式		100	-	mV(p-p)

15.3.5 TX1 和 TX2 的输出引脚特性

表 43. TX1 和 TX2 的输出引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OH}	高电平输出电压	$V_{DD(TX)} = 3.3\text{ V}$ 和 $I_{OH} = 30\text{ mA}$ ；PMOS 启动器完全导通	$V_{DD(TX)} - 150$	-	-	mV

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{OL}	低电平输出电压	V _{DD(TX)} = 3.3 V 和 I _{OL} = 30 mA; NMOS 启动器完全导通	-	-	200	mV

表 44. TX1 和 TX2 的输出电阻

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
R _{OL}	低电平输出电阻	V _{DD(TX)} - 100 mV; CWGsN = 01h	-	-	85	Ω
R _{OL}	低电平输出电阻	V _{DD(TX)} - 100 mV; CWGsN = 0Fh	-	-	5	Ω
R _{OH}	高电平输出电阻	V _{DD(TX)} - 100 mV	-	-	4	Ω

15.3.6 I2CADR0 和 I2CADR1 的输入引脚特性

表 45. I2CADR0 和 I2CADR1 的输入引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IH}	高电平输入电压		0.65V _{DD(PAD)}	-	V _{DD(PAD)}	V
V _{IL}	低电平输入电压		0	-	0.35V _{DD(PAD)}	V
I _{IH}	高电平输入电流	V _I = V _{DD(PAD)}	-1	-	+1	μA
I _{IL}	低电平输入电流	V _I = 0 V	-1	-	+1	μA
C _i	输入电容		-	5	-	pF

15.3.7 I2CSDA 和 I2CSCL 的引脚特性

表 46. I2CSDA 和 I2CSCL 的引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{OL}	低电平输出电压	I _{OL} < 3 mA	^[1] 0	-	0.4	V
C _L	负载电容		-	-	10	pF
t _r	下降时间	C _L = 100 pF; R _{pull-up} = 2 kΩ; 标准和快速模式	^[1] 30	-	250	ns
t _r	下降时间	C _L = 100 pF; R _{pull-up} = 1 kΩ; 高速模式	^[1] 80	-	110	ns
t _r	上升时间	C _L = 100 pF; R _{pull-up} = 2 kΩ; 标准和快速模式	^[1] 30	-	250	ns

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
		$C_L = 100 \text{ pF}$; $R_{\text{pull-up}} = 1 \text{ k}\Omega$; 高速模式	^[1] 10	-	100	ns
V_{IH}	高电平输入电压		$0.7V_{DD(PAD)}$	-	$V_{DD(PAD)}$	V
V_{IL}	低电平输入电压		0	-	$0.3V_{DD(PAD)}$	V
I_{IH}	高电平输入电流	$V_i = V_{DD(PAD)}$; 高阻抗	-1	-	+1	μA
I_{iL}	低电平输入电流	$V_i = 0 \text{ V}$; 高阻抗	-1	-	+1	μA
C_i	输入电容		-	5	-	pF

[1] 仅针对引脚 I2CSDA，因为 I2CSCL 仅用于输入。

15.3.8 V_{DD} 引脚特性

表 47. V_{DD} 的电气特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}	V_{DD} 电源电压	$V_{SS} = 0 \text{ V}$	1.65	1.8	1.95	V

16 封装尺寸

16.1 封装尺寸 HVQFN40

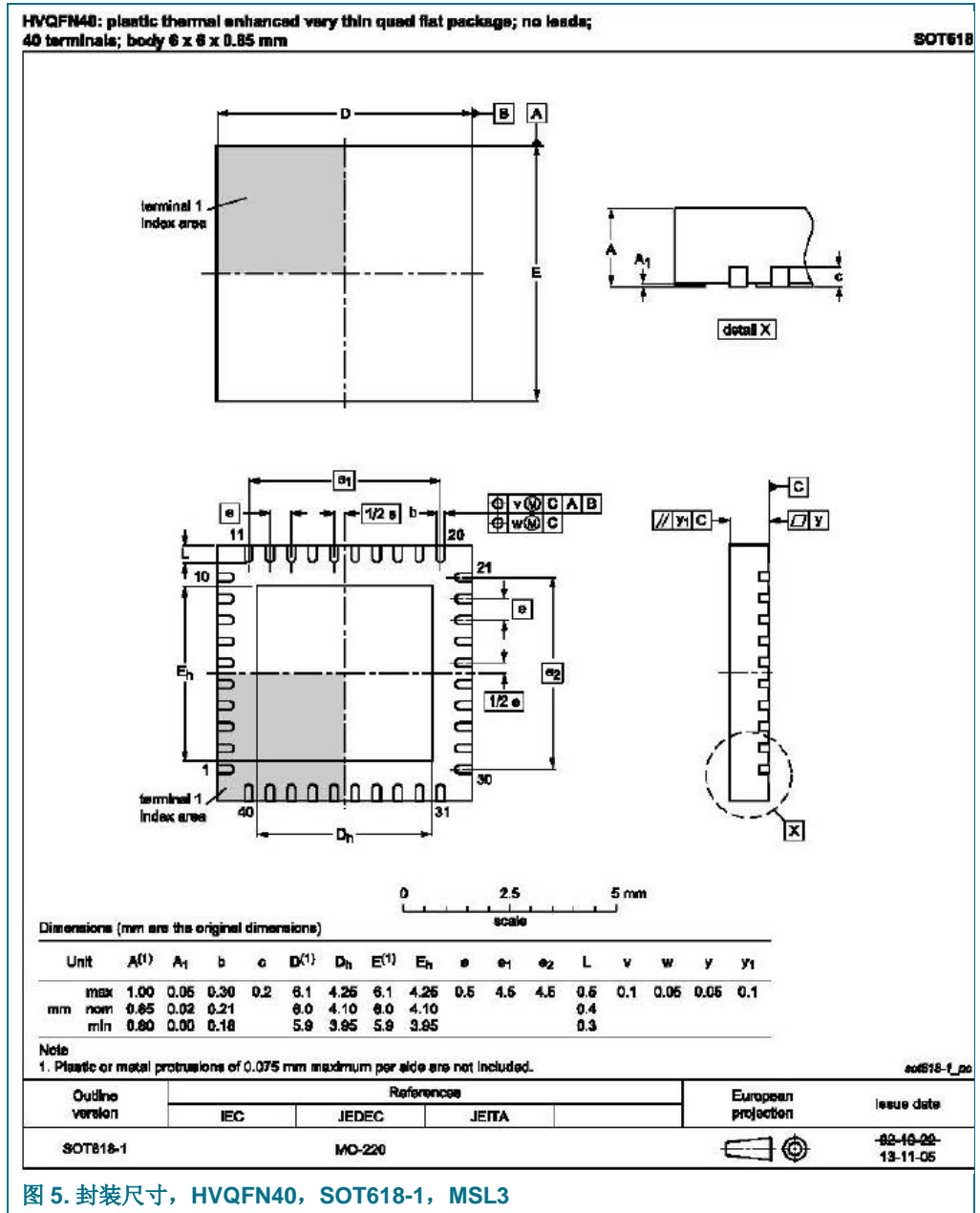


图 5. 封装尺寸, HVQFN40, SOT618-1, MSL3

16.2 封装尺寸 WLCSP42

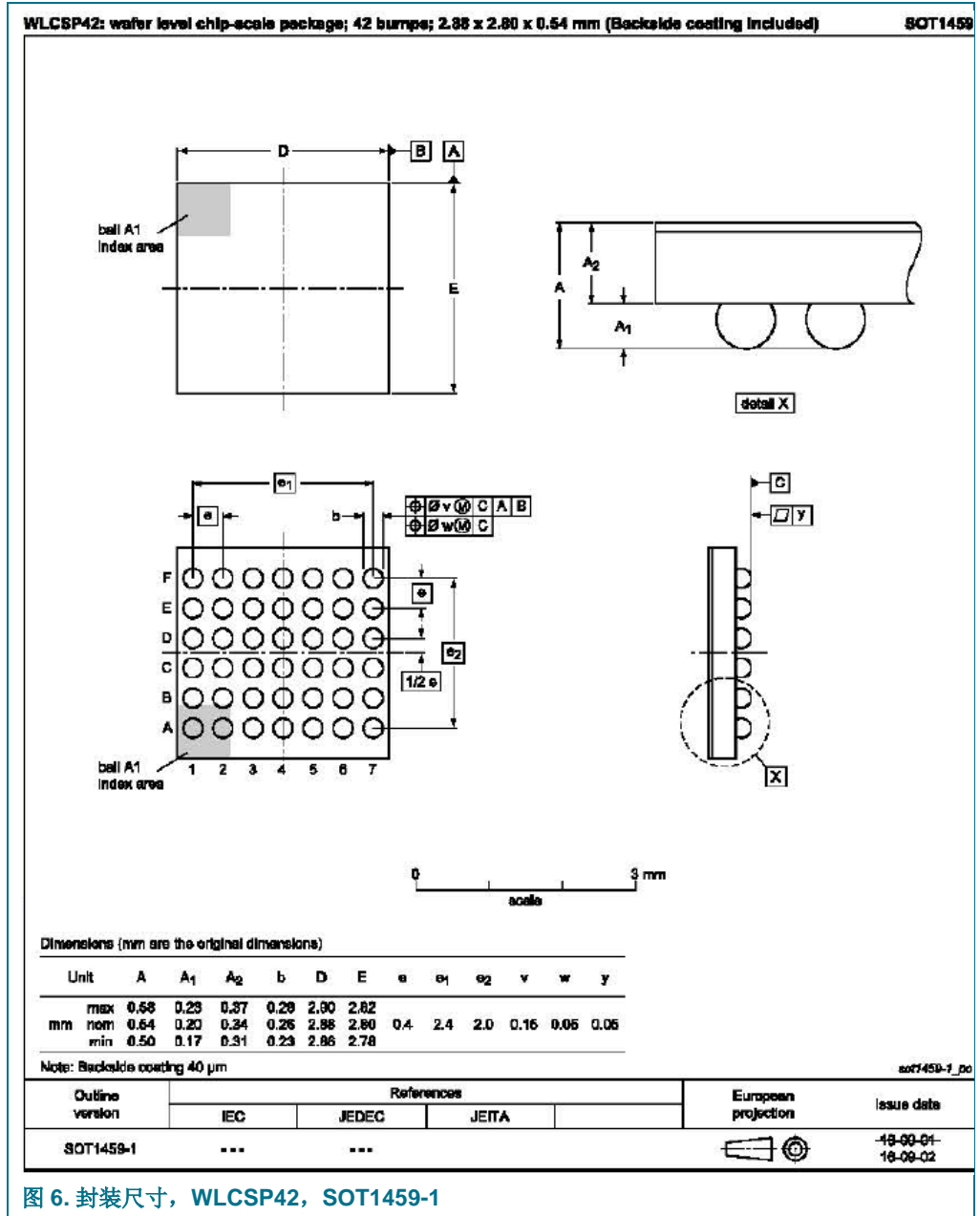


图 6. 封装尺寸，WLCSP42，SOT1459-1

17 SMD 封装焊接

本部分内容极为简要地介绍一项复杂的技术。有关 IC 焊接的更多信息，请参见应用笔记 AN10365 “表贴封装回流焊说明”。

17.1 焊接简介

焊接是最常见的方法之一，封装通过焊接连接到印刷电路板(PCB)，形成电路。焊点提供机械连接和电连接。没有适合所有 IC 封装的单个焊接方法。当通孔和表面贴装元件(SMD)在一个印刷电路板上混合使用时，通常首选波峰焊；然而，该方法不适合细间距 SMD。回流焊适合微型化增加所带来的小间距和高密度。

17.2 波峰焊和回流焊

波峰焊是一种焊接技术，通过液体焊料的驻波形成焊点。波峰焊工艺适合以下情况：

- 通孔元件
- 含铅或无铅 SMD，胶合到印刷电路板表面

并非所有 SMD 都可以进行波峰焊。带有焊球的封装和一些焊盘在主体下方的无铅封装无法进行波峰焊。另外，铅间距小于~0.6 mm 的含铅 SMD 无法进行波峰焊，因为桥接的可能性增加。

回流焊工艺涉及将焊膏应用于电路板，然后放置元件并暴露于温度曲线。含铅封装、带有焊球的封装和无铅封装均适合回流焊。

波峰焊和回流焊同时具备的主要性能有：

- 电路板规格，包括电路板表面处理、焊接掩模和过孔
- 封装尺寸，包括偷锡焊盘和焊接方向
- 封装的潮湿敏感度等级
- 封装放置
- 检查与维修
- 无铅焊接与 SnPb 焊接

17.3 波峰焊

波峰焊的主要性能有：

- 工艺问题，如粘接剂和助焊剂的应用、铅固定、板运输、焊波参数、元件暴露于波的时间
- 焊浴规格，包括温度和杂质

17.4 回流焊

回流焊的主要性能有：

- 无铅焊接与 SnPb 焊接：注意，相比 PbSn 工艺，无铅回流焊工艺通常会导致较高的最低峰值温度（见图 32），从而缩小工艺窗口
- 焊膏印刷问题，包括拖尾、脱印，以及针对一块电路板上的大小元件调节工艺窗口等
- 回流焊温度曲线：该曲线包括预热、回流（电路板加热至峰值温度）和冷却。最重要的是，焊接峰值温度必须足够高，才能使焊点牢固可靠（焊膏特性）。此外，峰值温度必须足够低，从而不至于损坏封装和/或电路板。封装的峰值温度取决于封装厚度和体积，其类别见表 45 和 46。

表 48. SnPb 共晶工艺（从 J-STD-020D）

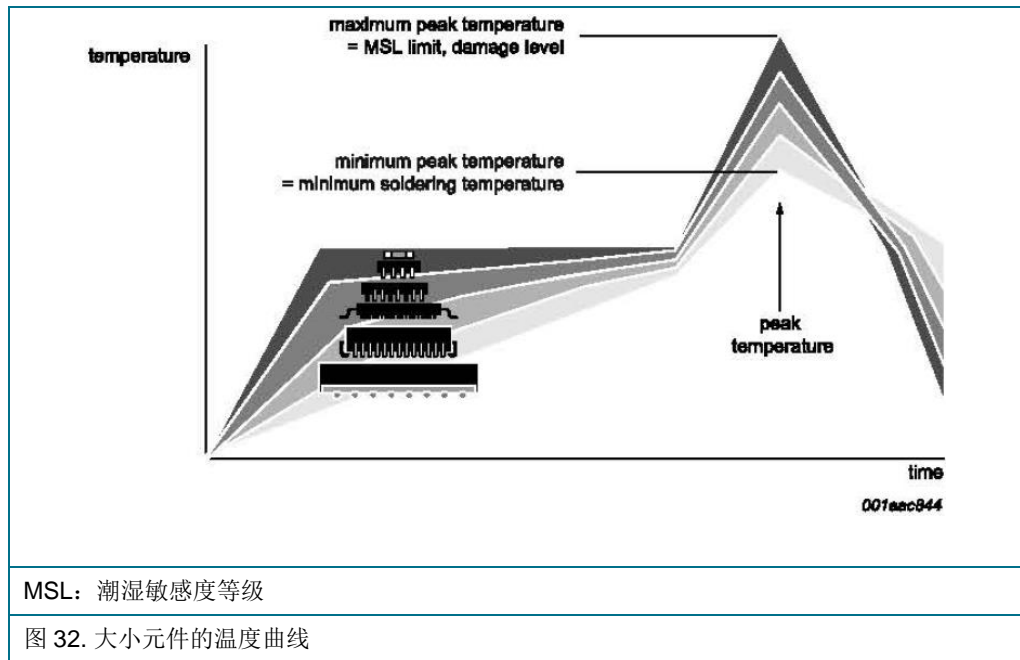
封装厚度(mm)	封装回流焊温度(°C)	
	体积(mm ³)	
	< 350	≥ 350
< 2.5	235	220
≥ 2.5	220	220

表 49. 无铅工艺（从 J-STD-020D）

封装厚度(mm)	封装回流焊温度(°C)		
	体积(mm ³)		
	< 350	350 至 2000	> 2000
< 1.6	260	260	260
1.6 至 2.5	260	250	245
> 2.5	250	245	245

必须始终遵循包装上的潮湿敏感度预防措施。

研究表明，在回流焊过程中，小封装会达到更高的温度（见图 32）。



有关温度曲线的更多信息，请参考应用笔记 AN10365 “表贴封装回流焊说明”。

18 缩略词

表 50. 缩略词

首字母缩略词	说明
API	应用程序编程接口
ASK	振幅键移
ASK 调制索引	ASK 调制索引定义为电压比 $(V_{max} - V_{min}) / (V_{max} + V_{min}) \times 100\%$
自动设备发现	检测并识别任何 NFC 对等设备（启动器或目标），如：NFC 启动器或目标，ISO/IEC 14443-3、-4 A&B 型 PICC、MIFARE Classic 和 MIFARE Ultralight PICC、ISO/IEC 15693 VICC
BPSK	位相移键控
卡模拟	IC 能够在 RF 接口上处理 PICC 模拟，包括协议管理的一部分。应用处理通过主机控制器完成
DEP	数据交换协议
DSLDO	双电源低压差线性稳压器
FW	固件
HPD	硬掉电
LDO	低压差稳压器
LFO	低频率振荡器
MOSFET	金属氧化物半导体场效应管
MSL	潮湿敏感度等级
NCI	NFC 控制器接口
NFC	近场通信
NFCC	NFC 控制器，在本数据手册中为 PN7150
NFC 启动器	启动器的定义见 ISO/IEC 18092 或 ECma 340: NFCIP-1 通信
NFCIP	NFC 接口和协议
NFC 目标	目标的定义见 ISO/IEC 18092 或 ECma 340: NFCIP-1 通信
NRZ	不归零
P2P	点对点
PCD	近距离耦合设备。卡读取器/写入器设备的定义符合 ISO/IEC 14443 规格或 MIFARE Classic。
PCD -> PICC	PCD 和 PICC 之间的通信流符合 ISO/IEC 14443 规格或 MIFARE Classic
PICC	近距离接口耦合卡。非接触式智能卡的定义符合 ISO/IEC 14443 规格或 MIFARE Classic
PICC -> PCD	PICC 和 PCD 之间的通信流符合 ISO/IEC 14443 规格或 MIFARE Classic
PMOS	P 信道 MOSFET
PMU	电源管理单元

首字母缩略词	说明
PSL	参数选择
TXLDO	发射器低压差线性稳压器
UM	用户手册
VCD	邻近耦合设备。读取器/写入器设备的定义符合 ISO/IEC 15693 规格
VCO	电压控制振荡器
VICC	邻近集成电路卡
WUC	唤醒计数器

19 参考文献

- [1] NFC Forum 设备要求 V1.3
- [2] NFC 控制器接口(NCI)技术规格 V1.0
- [3] ISO/IEC 14443 第 2 部分: 2001 COR 1 2007 (01/11/2007), 第 3 部分: 2001 COR 1 2006 (01/09/2006)和第 4 部分: 2008 第二版(15/07/2008)
- [4] I²C 规格, UM10204 第 4 版(13/02/2012)
- [5] UM10936 PN7150 用户手册
- [6] AN11756 PN7150 硬件设计指南
- [7] AN11755 PN7150 天线设计和匹配指南
- [8] ISO/IEC 18092 (NFCIP-1)版, 15/032013。类似于 Ecma 340
- [9] ISO/IEC 15693 第 2 部分: 第二版(15/12/2006), 第 3 部分: 第一版(01/04/2001)
- [10] AN11757 PN7150 低功耗模式配置
- [11] ISO/IEC 21481 (NFCIP-2)版, 01/07/2012。类似于 Ecma 352

20 修订记录

表 51. 修订记录

文档 ID	发布日期	数据手册状态	更改说明	取代版本
PN7150 v3.8	20181030	产品数据手册	-	PN7150 v3.7
变更内容:	• 在“功能说明”章节中增添了有关 EEPROM 存储器的重要提示。			
PN7150 v3.7	20180424	产品数据手册	-	PN7150 v3.6
变更内容:	• 修复了第 11.6 章中的一些交叉引用			
PN7150 v3.6	20171127	产品数据手册	-	PN7150 v3.5
变更内容:	• 更正了轻微的打字错误。 • 添加了新产品类型 PN7150B0UK/C11002			
PN7150 v3.5	20171018	产品数据手册	-	PN7150 v3.4
变更内容:	• 更新了表 19 (NFC Forum T5T R/W 模式的通信概述)。			
PN7150 v3.4	20171004	产品数据手册	-	PN7150 v3.3
变更内容:	• 更新了描述性标题 • 第 2 部分: 更新了图 1 • 更新了 MIFARE 品牌			
PN7150 v3.3	20160704	产品数据手册	-	PN7150 v3.2
变更内容:	• 图 1: 已更新。 • 第 10.7.1.4 部分: 已更新。 • 第 10.7.3 部分: 已更新。			
PN7150 v3.2	201600525	产品数据手册	-	PN7150 v3.1
PN7150 v3.1	20160511	产品数据手册	-	PN7150 v3.0
PN7150 v3.0	20151209	产品数据手册	-	PN7150 v2.1
PN7150 v2.1	20151127	初始数据手册	-	PN7150 v2.0
PN7150 v2.0	20150701	初始数据手册	-	PN7150 v1.2
PN7150 v1.2	20150625	客观数据手册	-	PN7150 v1.1
PN7150 v1.1	20150212	客观数据手册	-	PN7150 v1.0
PN7150 v1.0	20150129	客观数据手册	-	-
变更内容:	• 初始版本			

21 法律信息

21.1 数据手册状态

文档状态 ^{[1][2]}	产品状态 ^[3]	定义
客观[缩略版]数据手册	开发	该文件包含产品开发客观规范的数据
初始[缩略版]数据手册	验证	该文档含有初始规范的数据。
产品[缩略版]数据手册	生产	该文档含有产品规范。

[1] 请在开始或完成设计之前查看最新发布文件。

[2] 有关“缩略版数据手册”的说明见“定义”部分。

[3] 自本文件发布以来，文件中的设备产品状态可能已发生变化；如果存在多个设备，则可能存在差异。最新产品状态信息通过互联网发布，网址为：<http://www.nxp.com>。

21.2 定义

初稿——本文仅为初稿版本。内容仍在内部审查，尚未正式批准，可能会有进一步修改或补充。恩智浦半导体对本文信息的准确性或完整性不做任何说明或保证，并对因使用此信息而带来的后果不承担任何责任。

缩略版数据手册——缩略版数据手册是产品型号和标题完全相同的完整版数据手册的节选。缩略版数据手册仅供快速参考使用，不包括详细和完整的信息。欲了解详细、完整的信息，请查看相关的完整版数据手册，可向当地的恩智浦半导体销售办事处索取。如完整版与缩略版存在任何不一致或冲突，请以完整版为准。

产品规格——产品数据手册中提供的信息和数据规定了恩智浦半导体与其客户之间约定的产品规格，恩智浦半导体及客户另行书面说明时除外。在任何情况下，若协议认为恩智浦半导体产品需要具有超出产品数据手册规定的功能和性能，则该协议无效。

21.3 免责声明

有限担保与责任——本文中的信息据信是准确和可靠的。但是，恩智浦半导体对此处所含信息的准确性或完整性不做任何明示或暗示的声明或保证，并对因使用此信息而带来的后果不承担任何责任。若文中信息并非来自恩智浦半导体，则恩智浦半导体对该信息的内容概不负责。在任何情况下，对于任何间接性、意外性、惩罚性、特殊性或后果性损害（包括但不限于利润损失、积蓄损失、业务中断、因拆卸或更换任何产品而产生的开支或返工费用），无论此等损害是否基于侵权行为（包括过失）、保证、违约或任何其他法理，恩智浦半导体均不承担任何责任。对于因任何原因给客户带来的任何损害，恩智浦半导体对本文所述产品的总计责任和累积责任仅限于恩智浦半导体商业销售条款和条件所规定的范围。

修改权利——恩智浦半导体保留对本文所发布的信息（包括但不限于规格和产品说明）随时进行修改的权利，恕不另行通知。本文档将取代并替换之前就此提供的所有信息。

适宜使用——恩智浦半导体产品并非设计、授权或担保适合用于生命保障、生命关键或安全关键系统或设备，亦非设计、授权或担保适合用于在恩智浦半导体产品失效或故障时可导致人员受伤、死亡或严重财产损失或环境损害的应用。恩智浦半导体及其供应商对在此类设备或应用中加入和/或使用恩智浦半导体产品不承担任何责任，客户需自行承担因加入和/或使用恩智浦半导体产品而带来的风险。

应用——本文档所述任何产品的应用只用于例证目的。此类应用如不经进一步测试或修改用于特定用途，恩智浦半导体对其适用性不做任何声明或保证。客户负责自行利用恩智浦半导体产品进行设计和应用，对于应用或客户产品设计，恩智浦半导体无义务提供任何协助。客户须自行负责检验恩智浦半导体的产品是否适用于客户的规划应用和产品，以及是否适用于其第三方客户的规划应用和使用。客户须提供适当的设计和操作系统安全保障措施，以尽可能降低与应用和产品相关的风险。对于因客户的应用或产品中的任何缺陷或故障，或者客户的第三方客户的应用或使用导致的任何故障、损害、费用或问题，恩智浦半导体均不承担任何责任。客户负责对自己基于恩智浦半导体的产品的应用和产品进行所有必要测试，以避免这些应用和产品或者客户的第三方客户的应用或使用存在任何缺陷。恩智浦不承担与此相关的任何责任。

限值——超过一个或多个限值（如 IEC 60134 绝对最大额定值体系所规定）会给设备带来永久性损坏。限值仅为强度额定值，若设备工作于这些条件下或者超过“建议工作条件部分”（若有）或者本文档“特性”部分规定的条件下，则不在担保范围之内。持续或反复超过限值将对设备的质量和可靠性造成永久性、不可逆转的影响。

商业销售条款和条件——除非有效书面单项协议另有规定，恩智浦半导体产品的销售遵循关于商业销售的一般条款和条件，详见 <http://www.nxp.com/profile/terms>。如果只达成了单项协议，则该协议的条款和条件适用。恩智浦半导体特此明确反对，应用客户就其购买恩智浦半导体产品而制定的一般条款和条件。

无销售或许可要约——本文档中的任何信息均不得被理解或解释为对承诺开放的销售产品的要约，或者授予、让与或暗示任何版权、专利或其他工业或知识产权的任何许可。

快速参考数据——快速参考数据指本文件“限值”和“特性”部分所提供数据的节选，因此不完整、不详尽并且不具法律约束力。

出口管制——本文档以及此处说明的产品可能受出口法规的管制。出口可能需要事先经主管部门批准。

非汽车应用产品——除非本数据手册明确表示，恩智浦半导体的本特定产品适用于汽车应用，否则，均不适用于汽车应用。未根据汽车测试或应用要求进行验证或测试。对于在汽车设备或应用中包括和/或使用非汽车应用产品的行为，恩智浦半导体不承担任何责任。客户将产品用于设计导入以及符合汽车规范和标准的汽车应用时，客户须(a)使用产品但恩智浦半导体不对产品的此等汽车应用、用途和规范作任何担保；并且(b)若客户超越恩智浦半导体所提供规格使用汽车应用产品，须自行承担所有风险；并且(c)对于因客户设计以及客户超出恩智浦半导体标准担保范围和恩智浦半导体所提供规格使用汽车应用产品而导致的任何责任、损害或产品故障索赔，客户须免除恩智浦半导体的全部责任。

翻译——非英文（翻译）版的文档仅供参考。如翻译版与英文版存在任何差异，以英文版为准。

21.4 许可

购买带有 ISO/IEC 14443 B 型功能的恩智浦 IC



RATP/Innovatron
Technology

该恩智浦半导体 IC 支持 ISO/IEC 14443 B 型软件，根据 Innovation 的 ISO/IEC 14443 B 非接触式卡专利许可获得许可。

许可包含在系统和/或最终用户设备中使用 IC 的权利。

购买采用 NFC 技术的恩智浦 IC

购买符合近场通信(NFC)标准 ISO/IEC 18092 和 ISO/IEC 21481 之一的恩智浦半导体 IC 不会转让因实施任何这些标准而侵犯的任何专利权下的默示许可。购买恩智浦半导体 IC 不包括涵盖这些产品与其他产品（无论是硬件还是软件）的任何恩智浦专利（或其他知识产权）的许可。

21.5 商标

注意：所有引用的品牌、产品名称、服务名称以及商标均为其各自所有者的资产。

I²C 总线——该徽标是 NXP B.V.的商标

MIFARE——NXP B.V.的商标

DESFire——NXP B.V.的商标

ICODE 和 I-CODE——NXP B.V.的商标

MIFARE Ultralight——NXP B.V.的商标

MIFARE Classic——NXP B.V.的商标

AMBA、Arm、Arm7、Arm7TDMI、Arm9、Arm11、Artisan、big.LITTLE、Cordio、CoreLink、CoreSight、Cortex、DesignStart、DynamIQ、Jazelle、Keil、Mali、Mbed、Mbed Enabled、NEON、POP、RealView、SecurCore、Socrates、Thumb、TrustZone、ULINK、ULINK2、ULINK-ME、ULINK-PLUS、ULINKpro、µVision、Versatile——Arm Limited（或其子公司）在美国和/或其他地区的商标或注册商标。相关技术可能受任何或所有专利、版权、设计和商业机密的保护。保留所有权利。

表

表 1.快速参考数据	38
5	表 22.NFC forum T4T、ISO/IEC 14443A 卡模式概述
表 2.订购信息	39
6	表 23.NFC forum T4T、ISO/IEC 14443B 卡模式概述
表 3.标记代码	39
7	表 24.NFC forum T3T、Sony FeliCa 卡模式概述
表 4.WLCSP 封装标记（顶视图）	40
8	表 25.限值
表 5.引脚说明	41
10	
表 6.WLCSP 封装标记（顶视图）	
12	
表 8.系统电源模式配置	
16	
表 9.系统电源模式说明	
16	
表 10.PN7150 电源状态	
16	
表 11.活动状态下的功能模式	
18	
表 12.I ² C 总线接口的功能	
21	
表 13.I ² C 总线接口寻址	
21	
表 14.晶体要求	
22	
表 15.PLL 输入要求	
23	
表 16.ISO/IEC 14443 A 型的通信概述和 MIFARE Classic 的读/写模式	
32	
表 17.FeliCa 读取器/写入器通信模式概述	
33	
表 18.ISO/IEC 14443B 读取器/写入器通信模式概述	
34	
表 19.NFC forum T5T R/W 模式的通信概述	
35	
表 20.有源通信模式概述	
37	
表 21.无源通信模式概述	

表 26.工作条件	42
表 27.热特性	43
表 28.热特性	43
表 29.工作环境温度范围的耗电量特性	44
表 30.电池电压监控器特性	44
表 31.重置时间	44
表 32.加电时间	44
表 33.掉电时间	45
表 34.高速模式 I ² C 总线时间规格	45
表 35.快速模式 I ² C 总线时间规格	47
表 36.使用 PLL 时 NFC_CLK_XTAL1 上的输入时钟特性	47
表 37.PLL 输入时 NFC_CLK_XTAL1 的引脚特性	47
表 38.27.12 MHz 晶体振荡器的引脚特性	48
表 39.PLL 精度	48
表 40.VEN 输入引脚特性	48
表 41. IRQ 和 CLK_REQ 的引脚特性	48
表 42.RXN 和 RXP 的输入引脚特性	49
表 43.TX1 和 TX2 的输出引脚特性	49
表 44.TX1 和 TX2 的输出电阻	50
表 45.I2CADR0 和 I2CADR1 的输入引脚特性	50
表 46.I2CSDA 和 I2CSCL 的引脚特性	50

表 47.V _{DD} 的电气特性	51
表 48.SnPb 共晶工艺（从 J-STD-020D）	55
表 49.无铅工艺（从 J-STD-020D）	55
表 50.缩略词	57
表 51.修订记录	60

图

图 1.PN7150 传输模式	图 4.WLCSP42 引脚配置（底视图）
2	12
图 2.PN7150 封装标记 HVQFN40（顶视图）	图 5.封装尺寸，HVQFN40，SOT618-1，MSL3
7	52
图 3.WLCSP42	图 6.封装尺寸，WLCSP42，SOT1459-1
8	53

目录

1 简介	17
1	11.1.2.4 活动状态
2 简介	18
2	11.1.2.5 轮询循环
3 特性和优势	18
3	11.2 微控制器
4 应用	20
4	11.3 主机接口
5 快速参考数据	20
5	11.3.1 I ² C 总线接口
6 订购信息	20
6	11.3.1.1 I ² C 总线配置
7 标记 HVQFN40	21
7	11.4 PN7150 时钟概念
8 标记 WLCSP42	21
8	11.4.1 27.12 MHz 石英振荡器
9 功能框图	22
9	11.4.2 集成 PLL 以便利用外部时钟
10 引脚配置信息	22
10	11.4.3 低功耗 40 MHz \pm 2.5% 振荡器
10.1 引脚配置 HVQFN40	24
10	11.4.4 低功耗 380 kHz 振荡器
10.2 引脚配置 WLCSP42	24
12	11.5 电源概念
11 功能说明	24
14	11.5.1 PMU 功能说明
11.1 系统模式	24
15	11.5.2 DSLDO: 双电源低压差线性稳压器(LDO)
11.1.1 系统电源模式	25
15	11.5.3 TXLDO
11.1.2 PN7150 电源状态	25
16	11.5.3.1 配置 1: 电池用于生成 RF 场时的电源连接
11.1.2.1 监控状态	25
17	11.5.3.2 配置 2: 5 V 电源通过使用 TXLDO 生成 RF 场时的电源连接
11.1.2.2 硬掉电(HPD)状态	27
17	11.5.3.3 TXLDO 限制器
11.1.2.3 待机状态	

注意：关于本文档及相关产品的重要说明详见“法律信息”一节。

© NXP B.V. 2018。

保留所有权利。

欲了解更多信息，请访问：<http://www.nxp.com>

欲咨询销售办事处地址，请发送电子邮件至：salesaddresses@nxp.com

发布日期：2018 年 10 月 30 日

文档编号：317438

27	11.5.4 电池电压监控器	11.7.3.1 NFC forum T4T、ISO/IEC 14443A 卡模式
27	11.6 重置概念	11.7.3.2 NFC forum T4T、ISO/IEC 14443B 卡模式
28	11.6.1 重置 PN7150	11.7.3.3 NFC forum T3T、Sony FeliCa 卡模式
28	11.6.2 加电序列	11.7.4 频率互操作性
29	11.6.2.1 V _{BAT} 在 V _{DD(PAD)} 前设置	12 限值
29	11.6.2.2 V _{DD(PAD)} 和 V _{BAT} 同时设置	13 建议工作条件
29	11.6.2.3 在设置 V _{DD(PAD)} 或切断 V _{DD(PAD)} 之前已启用 PN7150	14 热特性
30	11.6.3 掉电序列	14.1 热特性 HVQFN40
31	11.7 非接触式接口单元	14.2 热特性 WLCSP42
31	11.7.1 读取器/写入器通信模式	15 特性
31	11.7.1.1 ISO/IEC 14443 A 型、MIFARE Classic 和 Jewel/Topaz PCD 的通信模式	15.1 耗电量特性
31	11.7.1.2 FeliCa PCD 通信模式	15.2 功能模块电气特性
33	11.7.1.3 ISO/IEC 14443B PCD 通信模式	15.2.1 电池电压监控器特性
33	11.7.1.4 NFC forum 5 类标签的 R/W 模式	15.2.2 通过 VEN 重置
34	11.7.2 ISO/IEC 18092, Ecma 340 NFCIP-1 通信模式	15.2.3 加电时间
35	11.7.2.1 有源通信模式	15.2.4 掉电时间
36	11.7.2.2 无源通信模式	15.2.5 I ² C 总线时间
37	11.7.2.3 NFCIP-1 成帧和编码	15.3 引脚特性
38	11.7.2.4 NFCIP-1 协议支持	15.3.1 NFC_CLK_XTAL1 和 NFC_CLK_XTAL2 引脚特性
38	11.7.3 卡通信模式	15.3.2 VEN 输入引脚特性
38		15.3.3 IRQ 和 CLK_REQ 的引脚特性

48	17.1 焊接简介
15.3.4 RXN 和 RXP 的输入引脚特性	54
49	17.2 波峰焊和回流焊
15.3.5 TX1 和 TX2 的输出引脚特性	54
49	17.3 波峰焊
15.3.6 I2CADR0 和 I2CADR1 的输入引脚特性	54
15.3.7 I2CSDA 和 I2CSCL 的引脚特性	17.4 回流焊
50	54
15.3.8 V _{DD} 引脚特性	18 缩略词
51	57
16 封装尺寸	19 参考文献
52	59
16.1 封装尺寸 HVQFN40	20 修订记录
52	60
16.2 封装尺寸 WLCSP42	21 法律信息
53	61
17 SMD 封装焊接	
54	