

THM3030L/ABC

多协议高速率非接触读写器芯片

用户手册

Version 1.2

北京菱电创新科技有限公司

用户文档免责声明

适用范围

芯片用户手册 (User Manual)
Bootloader 用户手册 (Bootloader User Manual)
芯片数据手册 (Data Sheet)
应用笔记 (Application Note)
技术注解 (Technical Note)
正误表 (Errata)
交货规范 (Delivery Specification)

免责声明

重要提示

本文档仅能以电子邮件加密附件形式提供有资质客户(个人或组织)，其官方电子邮件地址或企业名称已被水印于文档中权作签名之用。北京同方微电子有限公司保留对其他非法传播方式诉诸法律的权利。

北京同方微电子有限公司保留在无需声明前提下更新产品规格书及本文档的权利，客户可以通过联系本文档技术支持以获取产品规格书及文档的最新版本。由于本文档所描述之信息而引起的损失、损害及其他任何责任问题，北京同方微电子有限公司将不承担任何责任。

北京同方微电子有限公司建议将本文档所描述产品用于其设计的应用场景，在判断该产品是否适用之前，请仔细评估。对于特殊使用，包括但不限于航空、航天、军工、医疗以及生命维持系统，北京同方微电子有限公司无法保证适用性，不承担任何责任。

本文档不能作为知识产权(包括但不限于专利、商标、软件著作权)的授权依据。

北京菱电创新科技有限公司

版本

版本号	主要修改	日期	作者
V0.1	初始版本	2009-5	DingYM
V1.0	修改了 SPI 接口应用图和 UART 接口应用图中 THM3030 第 24 脚 DGND 的连接错误	2009-7	DingYM
V1.1	寄存器描述中增加了复位值	2009-8	DingYM
V1.2	修改了第 14 页图表 3 中管脚描述错误， Pin22, XTAL3, 描述项修改为：“0, 测试端, 悬空” Pin21, XTAL4, 描述项修改为：“1, 测试端, 始终接 GND”	2009-10	Mengqy
V1.2	修改了第 52 页图表 57 中 XTAL3、XTAL4 的连接错误	2009-10	Mengqy
V1.2	修改了第 54 页图表 59 中 XTAL3、XTAL4 的连接错误	2009-10	Mengqy
V1.2	修改了第 56 页图表 60 中 XTAL3、XTAL4 的连接错误	2009-10	Mengqy
V1.2	修改了第 13 页 MISO 管脚描述	2012-8	YangMW

简称及缩略语

ISO/IEC 14443	非接触集成电路卡-接近式卡国际标准编号
ISO/IEC 15693	非接触集成电路卡-邻近式卡国际标准编号
TYPE A	ISO/IEC14443 定义的 A 类卡
TYPE B	ISO/IEC14443 定义的 B 类卡
SPI	Serial Peripheral Interface 串行外设接口
UART	Universal Asynchronous Receiver 通用异步接收器
SCLK	Slave Clock SPI 从机时钟, 由 SPI 主机提供
MOSI	Master Out Slave In SPI 从机数据输入
MISO	Master In Slave Out SPI 从机数据输出
SS_N	Slave Select SPI 从机片选, 低有效
SLOT	防冲突流程中的时间槽
UID	Unique ID 唯一序列号
PAUSE	ISO14443 TYPE A 和 ISO15693 协议中定义的一个低电平(无载波)的调制信号
ETU	Element of Time Unit 时间单元
EGT	Extra Guard Time 额外监视时间
EOF	End Of Frame 帧结束
SOF	Start Of Frame 帧开始
BPS	Bits Per Second 波特率
CRC	Cyclic Redundancy Code 循环冗余码校验
RFU	Reserved For Use 未使用
NC	Not Connected 未使用, 不连接。
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory 电可擦除只读存储器

目录

THM3030L/ABC	1
多协议高速率非接触读写器芯片	1
联系我们	3
版本	4
简称及缩略语	5
1 简介	11
1.1 描述	11
1.2 特性	11
2 功能框图	12
3 管脚	13
3.1 管脚图 (LQFP-48)	13
3.2 管脚描述	14
4 数字接口	16
4.1 接口种类	16
4.2 SPI 模式	16
4.2.1 功能说明	16
4.2.2 操作波形图	17
4.2.3 SPI 数据格式	17
4.2.4 SPI 操作示意	18
4.3 UART 接口	19
4.3.1 UART 字符结构	20
4.3.2 UART 帧结构	20
4.3.3 UART 接口操作示意	21
4.4 透明接口	22
5 寄存器表	23
5.1 标准协议寄存器	24
5.1.1 标准协议寄存器地址表	24
5.1.2 标准协议寄存器说明	24
6 数据缓冲区	32

6.1	缓冲区工作机制.....	32
6.2	写入数据.....	32
6.3	读出数据.....	32
6.4	缓冲区的使用.....	32
7	中断信号.....	33
7.1	相关寄存器.....	33
8	内部定时器.....	34
8.1	相关寄存器.....	34
8.2	内部定时器的使用.....	34
8.3	定时器启动和停止.....	34
9	发送电路.....	35
9.1	发送电路图.....	35
	接收电路.....	36
10	发送与接收流程.....	37
10.1	初始化过程.....	37
10.2	开启载波.....	37
10.3	写入发送数据.....	37
10.4	启动发送.....	37
10.5	等待接收结束.....	37
10.6	判断状态.....	37
10.7	读取接收数据.....	37
11	TYPE A 协议应用.....	38
11.1	短帧.....	38
11.2	防冲突与碰撞.....	38
11.3	TYPE A 协议的 CRC 计算.....	39
11.4	改变波特率.....	39
11.5	PAUSE 宽度设置.....	39
11.6	发送接收流程.....	40
12	ISO15693 协议应用.....	41
12.1	防冲突流程.....	41
12.2	波特率设置.....	41
12.3	发送接收流程.....	42
13	时钟电路.....	43
14	复位电路.....	44

15 低功耗模式	45
15.1 模式管脚的处理	45
15.2 外部控制器的要求	45
16 电气参数	46
16.1 工作范围	46
16.2 极限参数	46
16.3 直流参数	47
16.4 交流参数	47
17 封装（LQFP48）	48
18 典型应用	49
18.1 电源连接方式	49
18.2 透明接口模式	49
18.3 SPI 接口模式	49
18.4 UART 接口模式	50

北京菱电创新科技有限公司

图表目录

图表 1 THM3030 功能框图	12
图表 2 管脚图 (LQFP-48)	13
图表 3 管脚功能	15
图表 4 数字接口模式	16
图表 5 SPI 接口模式示意图	17
图表 6 SPI 协议时序图	17
图表 7 SPI 数据格式	18
图表 8 命令字节格式	18
图表 9 SPI 接口模式写示意图	18
图表 10 SPI 接口模式读寄存器示意图	19
图表 11 UART 接口模式示意图	20
图表 12 UART 字符结构	20
图表 13 UART 命令格式	20
图表 14 UART 命令字节	20
图表 15 UART 写入数据	21
图表 16 UART 写入寄存器	21
图表 17 UART 读出数据	22
图表 18 UART 读出寄存器	22
图表 19 透明接口模式示意图	23
图表 20 透明接口模式管脚	23
图表 21 透明模式收发信号示意图 (TYPE B 协议)	错误! 未定义书签。
图表 22 标准协议格式寄存器地址表	24
图表 23 DATA 寄存器说明	25
图表 24 PSEL 寄存器说明	25
图表 25 TYPE B 帧控制寄存器 FCONB 寄存器说明	错误! 未定义书签。
图表 26 TYPE B 协议 EGT 控制寄存器	错误! 未定义书签。
图表 27 CRC 控制寄存器	26
图表 28 接收状态寄存器 RSTAT	27
图表 29 发送控制寄存器 SCON	27
图表 30 中断控制寄存器 INTCON	28
图表 31 发送接收计数器 RSC	29
图表 32 CRC 结果寄存器	29
图表 33 接收定时器 TMR	29
图表 34 冲突比特位寄存器 BITPOS	30
图表 35 ISO15693 发送模式寄存器 SMOD	30
图表 36 TYPE A 脉冲宽度寄存器	31
图表 37 IRQ 输出电平控制	33
图表 38 发送电路图	错误! 未定义书签。

图表 39 发送电路波形示意图 (TYPE B)	错误! 未定义书签。
图表 40 检波电路图 1 (无分压)	36
图表 41 检波电路 (有分压)	36
图表 42 TYPE A 协议端帧列表	38
图表 43 防冲突示意	38
图表 44 TYPEA 协议 CRC 计算	39
图表 45 TYPE A 发送数据 PAUSE	40
图表 46 时钟电路	43
图表 47 复位电路 (外部控制器复位)	44
图表 48 复位电路 (上电复位)	44
图表 49 与 STANDBY 连接的管脚	45
图表 50 低功耗时管脚状态	45
图表 51 工作范围	46
图表 52 极限参数	46
图表 53 直流参数	47
图表 54 交流参数	47
图表 55 封装尺寸图	48
图表 56 电源连接示意图 (TVDD =AVDD=DVDD=3V)	49
图表 57 透明接口模式应用图	错误! 未定义书签。
图表 58 多个 THM3030 SPI 模式连接图	50
图表 59 SPI 接口模式应用图	错误! 未定义书签。
图表 60 UART 接口模式应用图	错误! 未定义书签。

1 简介

1.1 描述

THM3030L/ABC¹ 是一款符合 ISO/IEC14443 TYPEA 和 ISO/IEC15693 标准的多协议非接触卡读写器芯片，支持这些协议的所有通讯速率，内置接收放大和数字解调电路、时钟电路、复位电路。支持最高达 848KBPS 的通讯速率。

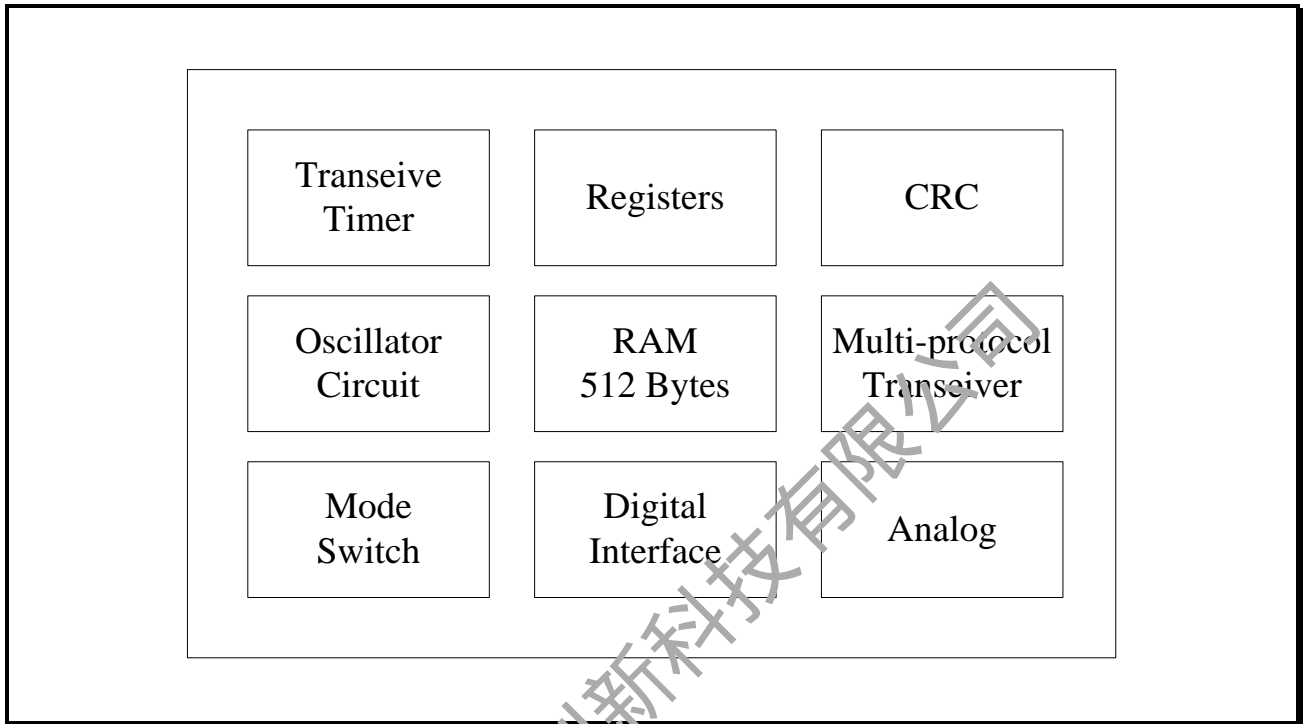
1.2 特性

- 符合 ISO/IEC 14443 TYPE A 标准
- 支持 ISO/IEC 14443 TYPEA 的所有波特率（106KBPS、212KBPS、424KBPS、848KBPS）
- 支持 ISO/IEC15693 标准
- 支持 SPI 接口模式/UART 接口模式/“透明”接口模式
- 最大收发数据 512 字节/帧
- 外部时钟 13.56MHz，可采用晶体
- 内置收发定时器
- 内置 CRC 计算单元
- 内置接收放大电路，外围器件少
- 具有低功耗模式
- 3.3V/5V 兼容²
- LQFP48 封装，占用面积小

¹ 以下简称 THM3030

² AVDD 最优工作电源范围 3~3.6V。

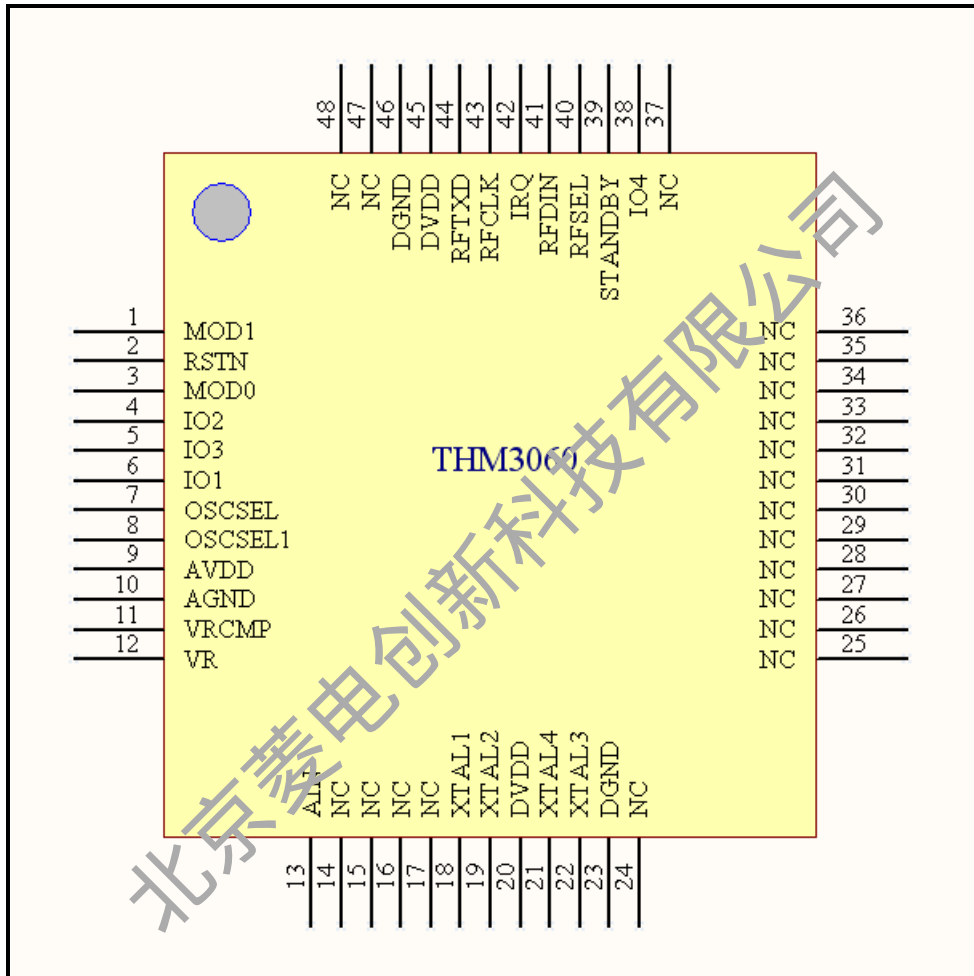
2 功能框图



图表 1 THM3030 功能框图

3 管脚

3.1 管脚图 (LQFP-48)



图表 2 管脚图 (LQFP-48)

3.2 管脚描述

管脚	名称	输入/ 输出 ³	描述		
			SPI 接口模式 ⁴	UART 接口模式	透明接口模式
6	IO1	I/O	SCLK, 输入, 内部弱上拉, SPI 接口时钟输入。	输入, 内部弱上拉, 不接	输入, 内部弱上拉, 射频协议选择
4	IO2	I/O	MOSI, 输入, 内部弱上拉, SPI 接口数据输入。	输入, 内部弱上拉, 不接	输入, 内部弱上拉, 射频协议选择
5	IO3	O	MISO, 输出, SPI 接口数据输出。当 SS_N 为高电平时, 输出为高阻。	TXD, 输出, UART 接口数据输出	输出, RCD 接收数据
38	IO4	I	SS_N, 输入, 低电平有效, SPI 接口片选信号, 内部弱上拉	RXD, 输入, UART 接口数据输入, 内部弱上拉	输入, TRD 发送数据, 内部弱上拉
2	RSTN	I	复位信号输入, 内部带有弱上拉电阻, 低有效。		
18	XTAL1	I	外接 13.56MHz 晶体		
19	XTAL2	O	外接 13.56MHz 晶体		
1	MOD1	I	数字接口模式选择输入端		
3	MOD0	I	数字接口模式选择输入端		
42	IRQ	O	中断信号输出端		
39	STANDBY	I	低功耗控制, 高有效, 内部弱上拉		
40	RF_SEL	I	测试端, 悬空		
41	RF_DIN	I	测试端, 始终接 GND		
13	AIN	I	检波信号输入		
12	VR	I	参考电压 1, 外接去藕电容		
11	VRCMP	I	参考电压 2, 外接去藕电容		
44	RFTXD	O	调制信号输出管脚, 此管脚在载波关闭时为低电平, 为大电流输出管脚, 输出可达 30mA。		
43	RFCLK	O	载波输出管脚, 在载波开启时, 此管脚输出为 13.56MHz 的方波, 为大电流输出管脚, 输出可达 30mA, 可以直接驱动外部功率管。		
45	DVDD	P	数字电源		
46	DGND	P	数字地		

³ I 输入引脚 O 输出引脚 P 电源引脚

⁴ MOD1 和 MOD0 可以配置芯片的数字接口模式: SPI 模式、UART 模式和透明模式

20	DVDD	P	数字电源
23	DGND	P	数字地
10	AGND	P	模拟地
9	AVDD	P	模拟电源
7	OSC_SEL	I	测试端, 始终接 DVDD
8	OSC_SEL1	I	测试端, 始终接 GND
22	XTAL3	O	测试端, 悬空
21	XTAL4	I	测试端, 始终接 GND

图表 3 管脚功能

北京菱电创新科技有限公司

4 数字接口

4.1 接口种类

THM3030 具有三种数字接口模式，SPI 接口模式、UART 接口模式和“透明”模式，模式切换通过 MOD1, MOD0 管脚进行选择。

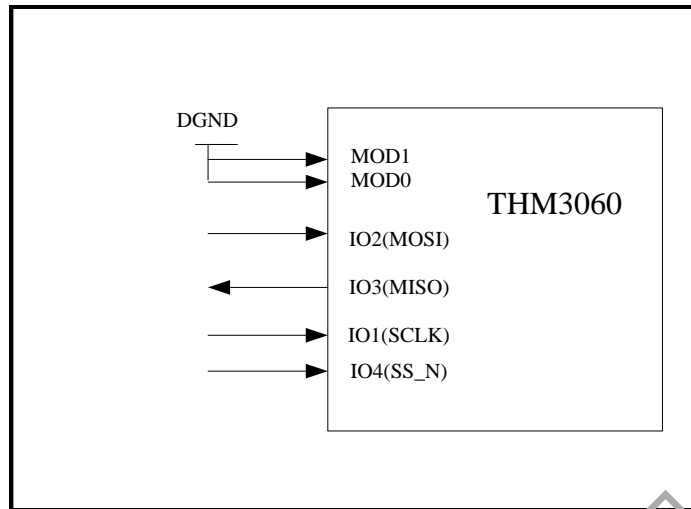
MOD1	MOD0	接口模式	说明
0	0	SPI 接口	THM3030 为 SPI 从机，外部控制器通过 SPI 接口读写各寄存器，进行数据读写、收发控制、控制波特率、协议选择、定时控制等。
0	1	UART 接口	UART 串行接口模式，波特率固定为 115200，无校验位，8 位数据，1 位停止位。支持半双工通讯模式，采用字节间隔作为帧结束标志（~10ms）。外部控制其可通过 UART 接口读写各寄存器，进行数据读写、收发控制、控制波特率、协议选择、定时控制等。
1	0	透明模式	数据以“透明”模式收发，外部控制电路完成对数据的成帧、解码。
1	1	RFU	该模式未使用

图表 4 数字接口模式

4.2 SPI 模式

4.2.1 功能说明

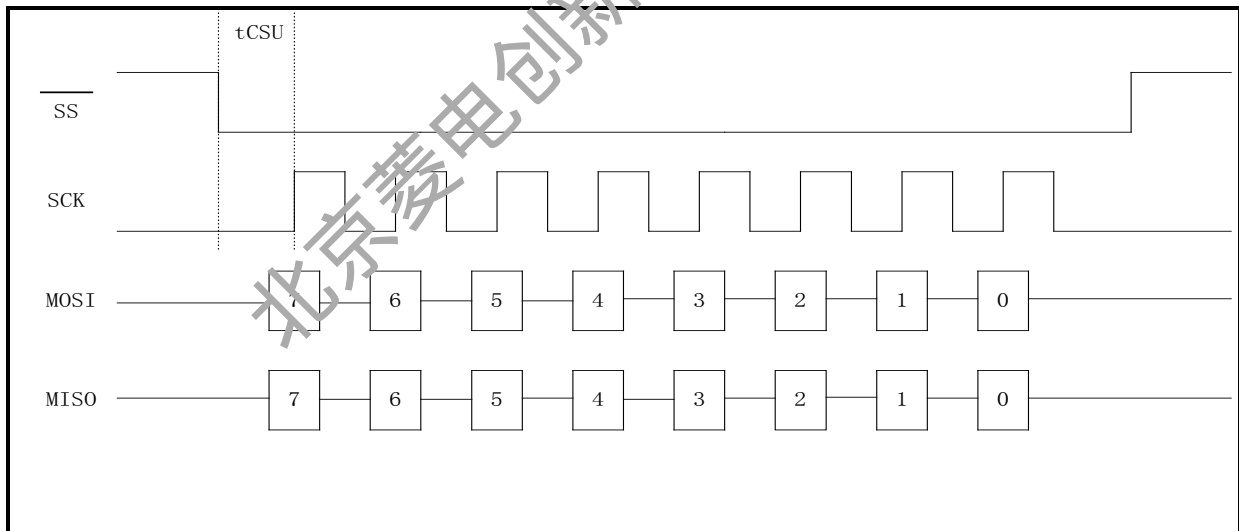
当 MOD1、MOD0 管脚均为低电平时，THM3030 进入 SPI 接口模式。



图表 5 SPI 接口模式示意图

4.2.2 操作波形图

SPI 接口模式支持时钟常态为 0，上升沿有效的时序，且 SS_N 在一帧数据之内要保持为低电平。SPI 协议时序：



图表 6 SPI 协议时序图

注：tCSU 时间要大于 1 μ S。THM3030 为 SPI 的从机器件，由外部 SPI 主机发送不同命令，可完成操作。

4.2.3 SPI 数据格式

命令 (1 字节)	数据 (0~N 字节)
-----------	-------------

图表 7 SPI 数据格式

命令字节格式

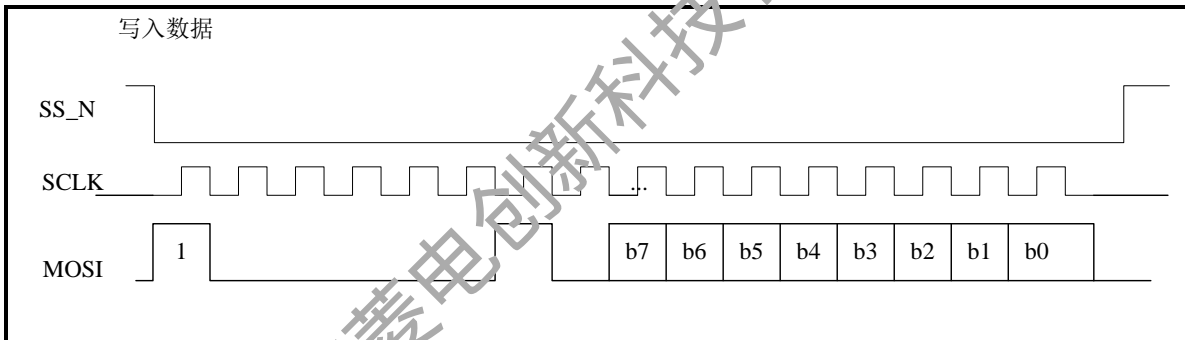
B7	B6~B0
1: 写入操作 0: 读出操作	操作地址

图表 8 命令字节格式

4.2.4 SPI 操作示意

4.2.4.1 写入寄存器数据

以向 0x82 地址写入数据为例:

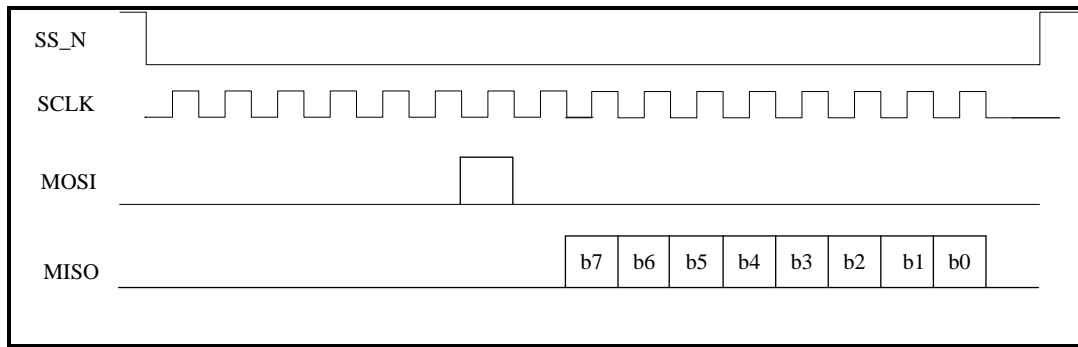


图表 9 SPI 接口模式写示意图

外部控制器首先发出写入地址 0x82, 然后紧接待写入数据。操作期间, SS_N 必须保持为低电平。THM3030 在每个时钟的上升沿采样数据。

4.2.4.2 读出寄存器数据

以读取 0x02 地址寄存器数据为例:



图表 10 SPI 接口模式读寄存器示意图

外部控制器首先发出读出地址 0x02, 然后继续输出时钟, MISO 将输出相应地址内的数据。THM3030 在时钟的下降沿输出数据, 外部控制器应在每个时钟的上升沿采样数据。

4.2.4.3 写入缓冲区数据

写入缓冲区数据与写入寄存器相似, 但写入地址固定为 0x80, 后面数据为不超过 512 字节的写入数据, 同样 SS_N 需要在操作期间始终保持为低。

4.2.4.4 读出缓冲区数据

读出缓冲区数据与读出寄存器相似, 但读出地址固定为 0x00, THM3030 输出数据缓冲区内的依次有效数据⁵, 同样 SS_N 需要在操作期间始终保持为低。

4.2.4.5 SPI 接口要求

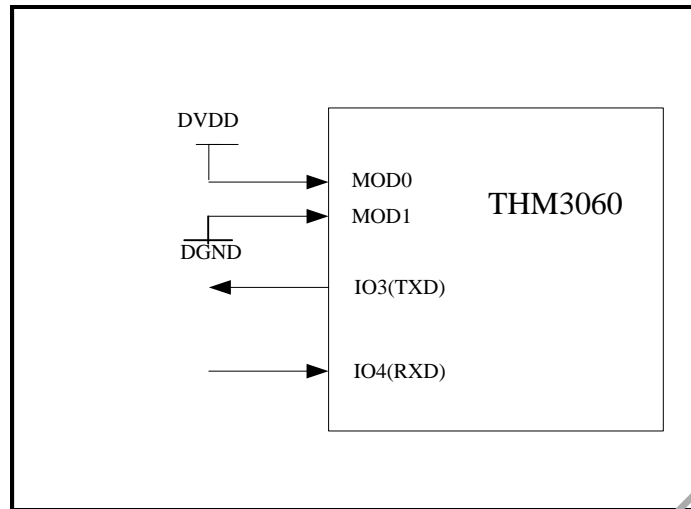
- 1) THM3030 的 SPI 接口时钟信号不能超过 2.5MHz
- 2) 向寄存器内写入时, 数据应为 1 个。如写入多个数据, 数据将依次写入到同一寄存器内。
- 3) 向缓冲区内写入时, 数据为 1~n 个。数据将从缓冲区当前写入指针位置开始写入。
- 4) 从寄存器读出数据时, 应只读一个字节, 后面数据无效。
- 5) 从缓冲区内读出数据时, 应只读有效数据, 后面数据无效。

4.3 UART 接口

当 MOD1 为低电平, MOD0 为高电平时, THM3030 进入 UART 接口。

THM3030 的 UART 接口仅支持 115200 的波特率, 1 位起始位, 8 位数据位, 1 位停止位, 无校验位的数据格式。

⁵ 有效数据指 RSC 计数器所指示的数据。



图表 11 UART 接口模式示意图

4.3.1 UART 字符结构

UART 接口每个字符包括 1 个起始位，8 位数据位和 1 位停止位。数据位高位在前发送。

起始位	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	停止位
0	x	x	x	x	x	x	x	x	1

图表 12 UART 字符结构

4.3.2 UART 帧结构

多个 UART 字符构成一个 UART 帧，一个 UART 帧代表一条命令。每帧都包括一个命令字节，后面为 0 个或多个数据字节。

命令 (1 字节)	数据 (0~N 字节)
-----------	-------------

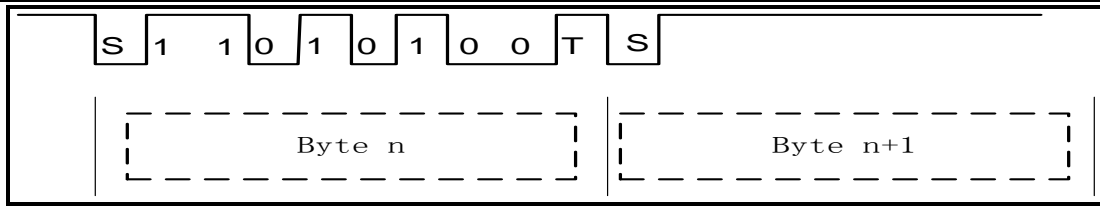
图表 13 UART 命令格式

命令字节

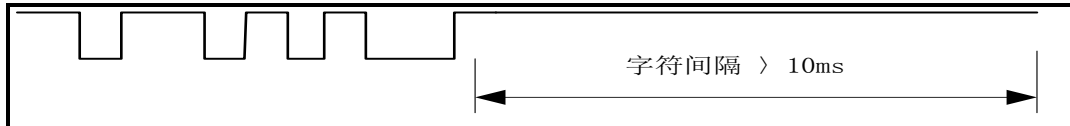
B7	B6~B0
1: 写入操作 0: 读出操作	寄存器操作地址

图表 14 UART 命令字节

UART 接口通过字符间隔定义一个帧，当字符间隔超过 10mS 时，将会认为是不同帧的数据。



字符间隔小于 10 mS 为是同一帧



字符间隔大于 10mS 为不同帧

4.3.3 UART 接口操作示意

4.3.3.1 写入数据缓冲区

数据缓冲区操作寄存器 DATA，写入地址为 80，可以写入不超过 512 字节的数据。
举例说明：写入数据 112233445566778899，则需要外部控制器通过 UART 接口传送如下数据

80	112233445566778899
写入地址	写入数据

图表 15 UART 写入数据

4.3.3.2 写入其他寄存器

举例说明：向寄存器 CRCSEL 地址中写入 C1
写入地址 84，写入数据 C1，则需要外部控制器通过 UART 接口传送如下数据

84	C1
写入地址	写入数据

图表 16 UART 写入寄存器

4.3.3.3 从数据缓冲区读出数据

读出地址为 00，外部控制器通过 UART 接口传送 00 后，THM3030 将数据缓冲区内的有效数据一

次传出(有效数据指发送接收计数器 RSC 中的长度数据)。

4.3.3.4 读出数据

举例说明：如果收发计数器为 09， 缓冲区内数据 112233445566778899

00
读出地址，外部控制器发送

112233445566778899
THM3030 发送

图表 17 UART 读出数据

4.3.3.5 读取其他寄存器

举例说明：从 CRCSEL 寄存器内读出数据

04
读出地址，外部控制器发送

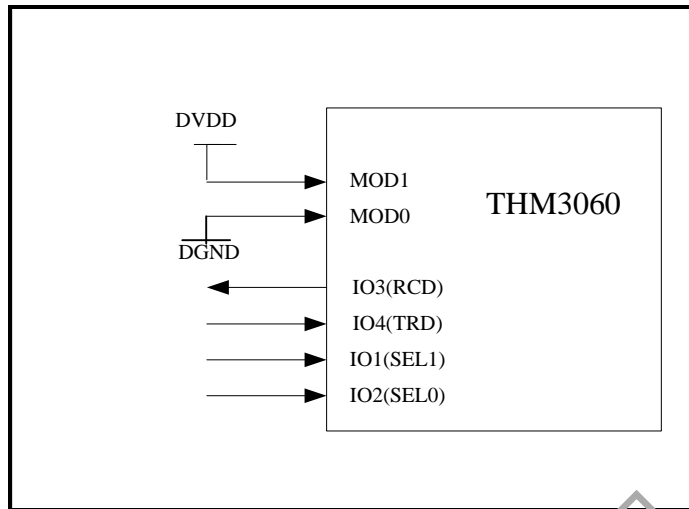
C1
THM3030 发送

图表 18 UART 读出寄存器

4.4 透明接口

MOD1 为高电平，MOD0 为低电平时，THM3030 工作在“透明”模式。

顾名思义，“透明”模式是将发送接收的数据“透明”地提供出来。在“透明”模式下，需要用户对数据的发送帧按照有关要求进行了编码，对接收到的数据帧进行解码。采用透明模式，可以对发送数据帧进行任意改造，可以接收不完全符合 ISO/IEC14443 TYPE A 协议以及 ISO15693 协议的数据帧。也可以接收和发送超过 512 字节的数据帧。



图表 19 透明接口模式示意图

TRD 为透明模式下发送数据输入端。RCD 为透明模式下接收数据输出端。SEL1 和 SEL2 管脚为协议选择控制。

管脚	功能	功能
38	IO4 (TRD)	透明模式发送数据输入，由外部控制器进行输入
5	IO3 (RCD)	透明模式数据输出管脚
6	IO1 (SEL1)	透明模式下协议选择信号 1。
4	IO2 (SEL0)	透明模式下协议选择信号 0。

图表 20 透明接口模式管脚

SEL1	SEL0	功能
0	0	RFU
0	1	TYPE A 协议
1	0	ISO15693 协议
1	1	RFU

5 寄存器表

寄存器地址的低 7 位为寄存器地址，最高位表示写入或读出。写入为 1，读出为 0。

外部控制器对本芯片实行读写操作的时候,访问对应的寄存器。数据寄存器可以一次操作进行多字节写入或读出操作，其他寄存器只能进行每次单字节操作。

5.1 标准协议寄存器

5.1.1 标准协议寄存器地址表

写入地址	读出地址	名称	寄存器	复位值	是否可读写
0x80	0x00	数据寄存器	DATA	xx	读写
0x81	0x01	协议选择寄存器	PSEL	0x00	读写
0x84	0x04	CRC 控制	CRCSEL	0xC1	读写
0x85	0x05	接收状态寄存器	RSTAT	0x00	读写
0x86	0x06	发送控制寄存器	SCON	0x00	读写
0x87	0x07	中断控制寄存器	INTCON	0x01	读写
0x88	0x08	发送接收计数器高字节	RSCH	0x00	只读
0x89	0x09	发送接收计数器低字节	RSCL	0x00	只读
0x8A	0x0A	CRC 结果寄存器高字节	CRCH	0xFF	只读
0x8B	0x0B	CRC 结果寄存器低字节	CRCL	0xFF	只读
0x8C	0x0C	接收定时器高字节	TMRH	0x01	读写
0x8D	0x0D	接收定时器低字节	TMRL	0x00	读写
0x8E	0x0E	冲突比特位	BPOS	0x00	只读
0x8F	0x0F	未用	RFU		
0x90	0x10	发送模式设定	SMOD	0x00	读写
0x91	0x11	脉冲宽度设置	PWTH	0x27	读写
0x92~0xFF	0x12~0x7F	未用	RFU		

图表 21 标准协议格式寄存器地址表

5.1.2 标准协议寄存器说明

5.1.2.1 数据寄存器 DATA

DATA	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

图表 22 DATA 寄存器说明

数据寄存器 DATA，用于操作数据缓冲区，向 DATA 中写入操作会将数据写入到数据缓冲区中，从 DATA 中读出操作，会将数据从数据缓冲区中读出。

5.1.2.2 协议控制寄存器 PSEL

PSEL	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	RFU	RFU	协议选择		发送波特率选择		接收波特率选择	
说明	未用	未用	00	RFU	00	发送波特率为 106K	00	接收波特率为 106K
			01	ISO14443 TYPE A 协议	01	发送波特率为 212K	01	接收波特率为 212K
			10	ISO15693 协议	10	发送波特率为 424K	10	接收波特率为 424K
			11	RFU	11	发送波特率为 848K	11	接收波特率为 848K
复位值	0	0	00	TYPE B	00	106K	00	106K

图表 23 PSEL 寄存器说明

PSEL 用于协议选择，通过设置 PSEL[5:4]，可以选择不同的射频协议。THM3030 支持发送和接收采用不同的波特率，通过设置 PSEL[3:2]，可以设置发送数据的波特率，而设置 PSEL[1:0]，可以设置接收数据波特率⁶。

5.1.2.3 CRC 控制寄存器 CRCSEL

DATA	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	SCRC	RCRC	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	TMREN

⁶ ISO/IEC15693 的速率与 PSEL[3:0] 无关。

说明	1: 发送电路自动产生 CRC 0: 发送电路不自动产生 CRC	1: 接收电路判断 CRC 0: 接收电路不判断 CRC						1: 启动接收超时判断 0: 关闭接收超时判断
复位值	1	1	0	0	0	0	0	1

图表 24 CRC 控制寄存器

THM3030 内置 CRC 计算模块，可以根据当前协议选择器 PSEL[5:4] 的值，自动选择不同的 CRC 计算方法。

CRCSEL 寄存器可能控制硬件是否自动计算 CRC，SCRC 置位时，发送电路将缓冲区内的数据发送后，还会发送自动计算的两字节 CRC 值，即实际发送数据为收发计数器 RSC 的值加 2。当 RCRC 置位时，硬件自动对接收数据进行 CRC 判断，如果 CRC 错误，则 RSTAT.CRCERR =1，如果 CRC 正确，收发计数将显示去掉 CRC 以后的数据长度，即实际接收到数据长度减 2。当接收 CRC 错误时，收发计数器将不进行减 2 操作，指示实际收到的所有数据长度。

5.1.2.4 接收状态寄存器 RSTAT

RSTAT	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	IRQ	CERR	PERR	FERR	DATOVER	TMROVER	CRCERR	FEND
说明	1: 有中断产生 0: 无中断产生	1: 接收数据帧出现碰撞错误。 0: 接收数据帧未出现碰撞	1: 奇偶校验位错误 0: 奇偶校验位无错误	1: 帧格式错误 0: 帧格式无错误	1: 帧数据溢出 0: 帧数据未溢出	1: 接收超时 0: 接收未超时	1 接收帧 CRC 错误 0: 接收帧 CRC 无错误	1: 数据帧接收完成 0: 数据帧接收未完成

		撞 错 误。						
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

图表 25 接收状态寄存器 RSTAT

FEND =1 表示帧接收操作完成，如果错误位全部为 0，则表示接收正确。

CRCERR =1 表示接收操作完成，但 CRC 结果错误。只有 CRCSEL.RCRC = 1 时，此位才有效。

TMROVER =1 表示接收超时，卡片未能在设定的等待时间内返回响应。只有当 CRCSEL.TMREN =1 时，此位才有效。

FERR =1 表示数据帧错误，因某种原因（大部分原因为信号干扰等导致，如因信号问题，应检查电路设计或天线设计），导致读卡器收到错误数据。

DATOVER =1 表示接收数据溢出。接收数据帧超过 512 字节。

PERR =1 奇偶校验位错误，接收到的卡片数据奇偶校验位出错。奇偶校验位只有 TYPE A 协议涉及，对于 ISO15693 协议，此位无意义。

CERR =1 碰撞错误。TYPE A 协议和 ISO15693 协议采用比特位的防冲突机制，多个卡片在场内同时响应卡机时，会在响应的某些位产生冲突（碰撞），此时，需采用防冲突流程。防冲突过程只在卡片初始化阶段存在，完成初始化流程后，仍有可能得到碰撞错误。此时可认为卡片发送数据格式错误。

IRQ =1 表示接收操作完成，如果错误位全部为 0，则表示接收正确。建议采用 IRQ 判断接收流程是否结束，然后判断错误位是否有效。而不采用判断 FEND 的方式，因为接收帧错误时，即 FERR =1 时，FEND 将为 0。

5.1.2.5 发送控制器 SCON

SCON	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	PTRCL R	START	CARRYON
说明						1: 收发缓冲区清空 0: 收发缓冲区正常工作	1: 发送接收开始 0: 发送接收停止	1: 打开射频载波 0: 关闭射频载波
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

图表 26 发送控制寄存器 SCON

CARRYON = 1 将会打开射频载波，THM3030 输出载波到 RFCLK 引脚，外部功率放大电路输出载波到外接天线，天线输出射频场。如果此时，场内有卡片，卡片将上电。

CARRON = 1 关闭射频载波。射频场关闭，场内卡片将下电。

START = 1 将启动发送接收流程。THM3030 首先将缓冲区内的数据读出并发送，然后将接收数据写入缓冲区内。发送接收结束后，硬件将自动清除 START。

START = 0 停止发送接收流程。外部控制器清除 START，可以立即停止发送接收流程。

THM3030 内置 512 字节缓冲区，外部控制器通过连续访问 DATA 寄存器的方式访问缓冲区内数据，THM3030 内部维护两个指针，一个写指针，一个读指针。PTCLR = 1，会使内部缓冲区写指针归 0。再次从 DATA 写入数据时将从地址 0 开始写入。

5.1.2.6 中断控制器 INTCON

INTCON	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	INTLEVEL	INTEN
说明							1: 中断在 IRQ 引脚的输出为高电平有效 0: 中断在 IRQ 引脚的输出为低电平有效	1: 允许中断在中断引脚 IRQ 输出 0: 禁止中断在中断引脚 IRQ 输出
复位值	0	0	0	0	0	0	0	1

图表 27 中断控制寄存器 INTCON

中断控制器决定是否将 RSTAT.IRQ 信号在芯片管脚 IRQ 上输出，以及输出的有效电平。用户可以配置 INTCON 使 THM3030 的 IRQ 输出电平与外部控制器的中断电平相匹配。

5.1.2.7 发送接收计数器 RSC

高字节 RSCH

RSCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU		

低字节 RSCL

RSCL	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

图表 28 发送接收计数器 RSC

发送接收计数器，外部控制器写入到 THM3030 缓冲区内的数据计数和接收到数据计数。

$RSC = RSCH \times 256 + RSCL$ ，RSC 最大值为 512。

RSC 为只读，用户不能进行写入操作。

5.1.2.8 CRC 结果寄存器

CRC 高字节 CRCH

CRCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

CRC 低字节 CRCL

CRCL	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

图表 29 CRC 结果寄存器

只读，发送和接收运算的 CRC 结果。

5.1.2.9 接收定时器 TMR

接收定时器高字节 TMRH

TMRH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
复位值	0	0	0	0	0	0	0	1

接收定时器低字节 TMRL

TMRL	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

图表 30 接收定时器 TMR

内部定时器定时长度，单位为 302 μ S。当内部定时器允许时，即 CRCSEL.TMREN =1 时，用于设定最大的卡片响应时间。THM3030 发送后，如果在预设的时间内，卡片未返回应答，则 THM3030 将退出接收流程，RSTAT.TMROVER =1。CRCSEL.TMREN =0 时，定时器不会启动，THM3030 发送后将一直处于接收数据状态，直到 SCON.START =0。定时器的使用详见 8。

5.1.2.10 冲突比特位寄存器 BITPOS

BITPOS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	000: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 0 001: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 1 010: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 2 011: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 3 100: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 4 101: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 5 110: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 6 111: 表示冲突位为接收数据的最后一个字节的 Bit 7		
复位值	0	0	0	0	0	000		

图表 31 冲突比特位寄存器 BITPOS

用于 TYPE A 和 ISO15693 协议。读卡器检测到卡片数据位碰撞发生时，BITPOS 指示碰撞发生字节的相应碰撞位。用户可根据 BITPOS 及接收数据确定下一步防冲突流程。

5.1.2.11 ISO15693 发送模式设定寄存器 SMOD

SMOD	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
功能	RFU	RFU	RFU	RFU	RFU	SPUL	C_1_256	INDEX100
说明						发送一个脉冲	1: 编码为 1/256 0: 编码为 1/4	1: 调制深度为 100% 0: 调制深度为 10~30%
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

图表 32 ISO15693 发送模式寄存器 SMOD

ISO15693 协议发送模式设置。THM3030 支持 ISO15693 协议单副载波的多种模式，但不支持双副载波模式。

INDEX100: 设定 ISO15693 协议发送数据的调制深度为 100% 或 10%~30%。

C_1_256: 设定 ISO15693 协议发送数据格式, 1/256 格式发送数据速率约为 1.65KBPS, 1/4 格式发送数据速率约为 26.48KBPS。

SPUL: 在 ISO15693 协议中, 某些指令可以采取发送一个脉冲的方式获得卡片的响应。SPUL=1 时, 启动发送接收流程 (START=1), THM3030 将发送一个脉冲。

5.1.2.12 TYPE A 脉冲宽度设置 PWTH

DATA	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
说明			设置 TYPE A 协议发送数据的脉冲 PAUSE 宽度, 脉冲宽度为 $(PWTH+1)/fc$ 。波特率不同时, PWTH 的有效位不同, 默认值也随着发送波特率的改变而自动改变。 波特率为 106K 时, 取 PWTH[5: 0], 默认值为 0x27 波特率为 212K 时, 取 PWTH[4: 0], 默认值为 0x14 波特率为 424K 时, 取 PWTH [3: 0], 默认值为 0x0b 波特率为 848K 时, 取 PWTH[2: 0], 默认值为 0x07					
复位值	0	0	0x27					

图表 33 TYPE A 脉冲宽度寄存器

6 数据缓冲区

6.1 缓冲区工作机制

THM3030 的内部数据缓冲区为 512 字节，发送数据前，外部控制器将发送数据通过数字接口（SPI、UART 接口）写入数据缓冲区中，写入过程中，THM3030 将自动计数，从数据缓冲区的地址 000 开始顺序写入，最大写入字节数同样为 512 字节。发送完成后，自动进入接收过程后，计数器将清零，即从地址 000 开始存储接收数据（注意：发送数据将被覆盖）。接收完成后，外部控制器可以读取缓冲区内的接收数据。

6.2 写入数据

外部控制器对内部缓冲区的写入每次以帧为单位，从当前的写入地址开始顺序写入，写入数据后，地址顺序增加。写入地址不可见，但可以通过 `SCON.PTCLR` 进行清零。外部控制器通过向 `DATA` 寄存器写入数据完成对数据缓冲区的写入。

6.3 读出数据

外部控制器对内部缓冲区的读出同样以帧为单位，每次均从地址 000 开始顺序读出，外部控制器通过从 `DATA` 寄存器读取数据完成对数据缓冲区的读取。

6.4 缓冲区的使用

- 1) `SCON.PTCTR =1`, 清空数据缓冲区
- 2) `SCON.PTCLR =0`, 数据缓冲区正常工作
- 3) 将发送数据顺序写入 `DATA`（内部自动计数）
- 4) 启动发送接收流程
- 5) 判断接收结果 `RSTAT` 及接收计数器 `RSC`
- 6) 从 `DATA` 中将数据顺序读出。

7 中断信号

THM3030 具有接收中断信号输出引脚 IRQ，使用 IRQ 可以方便外部控制器进行发送接收流程的中断处理。

7.1 相关寄存器

与 IRQ 相关的寄存器有两个 RSTAT 和 INTCON。其中 RSTAT.IRQ 位表示内部中断信号是否产生。INTCON.INTEN 位表示 RSTAT.IRQ 位的信号是否输出到 IRQ 引脚。INTCON.INTLEVEL 表示 IRQ 引脚的有效电平。

RSTAT.IRQ	INTCON.INTEN	INTCON.INTLEVEL	IRQ 引脚
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

图表 34 IRQ 输出电平控制

8 内部定时器

THM3030 内置发送接收定时器，便于进行帧等待时间（FWT、FDT）的设定。发送接收定时器在发送完成后自动启动，达到预设时间内仍未收到卡片响应时，产生 $RSTAT.TMROVER = 1$ 。

8.1 相关寄存器

与内部定时器有关的寄存器包括 TMRH、TMRL、CRCSEL.TMREN 和 RSTAT.TMROVER 寄存器。

TMRH 和 TMRL 设定定时器的预设值，单位为 $302 \mu\text{S}$ ，最大定时时间

$T_{\text{max}} = 302 \times TMR_{\text{max}} = 302 \times 65535 = 19791570 \mu\text{S} \approx 20 \text{ 秒}$

CRCSEL.TMREN = 1 时，定时器开启。CRCSEL.TMREN = 0 时，定时器关闭。

RSTAT.TMROVER = 1，表示超过预定时间卡片无响应，表示卡片不在场或卡片处理未完成。

8.2 内部定时器的使用

在处理非接触卡片操作时，由于卡片对于不同命令的处理需要的时间不同，所以经常需要读卡器对于等待卡片的响应时间进行调整。如果读卡器将等待卡片响应的固定为 $302 \mu\text{s}$ 或固定为几百毫秒以上都是不合适的，需要根据操作指令的不同设置等待时间⁷。

8.3 定时器启动和停止

定时器在发送完帧结束标志后自动启动，收到卡片应答后停止。也可设置 $SCON.START = 0$ 或 $CRCSEL.TMREN = 0$ ，定时器均立即停止运行。 $SCON.START = 0$ 同时也使发送接收过程停止。

⁷ 卡片指令的操作等待时间需从卡片制造商提供的手册或通过协议握手获得。

9 发送电路

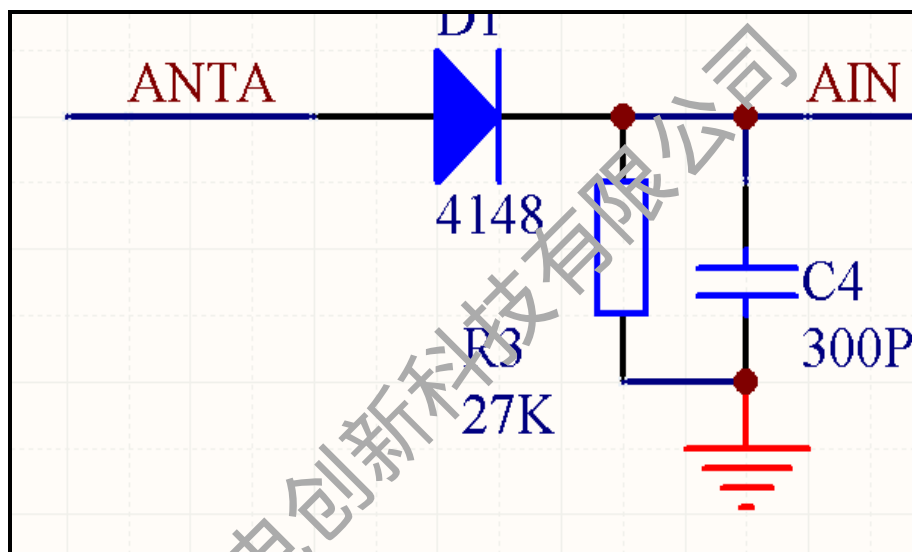
9.1 发送电路图

THM3030 芯片没有内置的功率放大部分，需要外接功率放大器。RF_CLK 管脚输出 13.56MHz 的载波信号，经功率放大器放大后输出，驱动 50 欧姆天线（天线一端接地，另一端接 ANTA）。

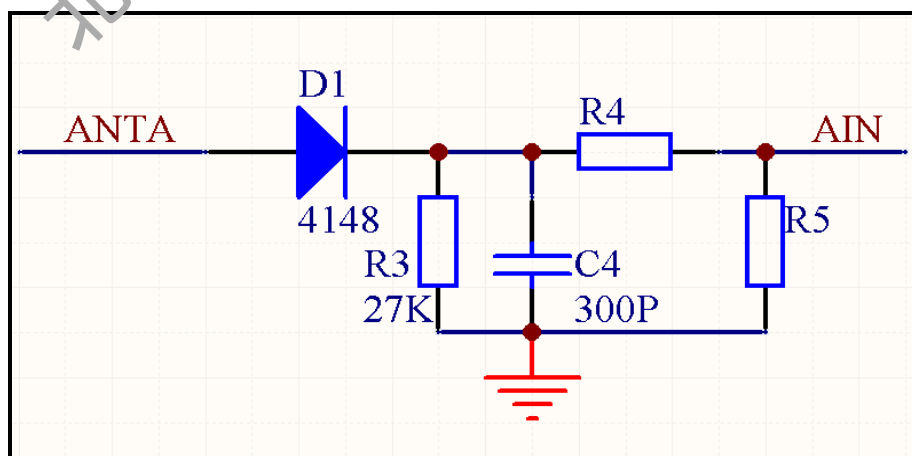
北京菱电创新科技有限公司

接收电路

THM3030 内置接收放大电路和数字解调电路，对接收到的卡片数据进行放大和数字解调解码。在除“透明”接口模式外，可直接解调和解码出卡片数据并存储于内部数据缓冲区内，在“透明”模式接口模式下，可解调出卡片数据波形，由用户通过外部控制器进行解码。接收电路输入管脚为检波输入信号管脚 AIN，芯片外部需要接二极管检波电路，如图 40 所示。二极管 D1 的正极（ANTA）直接接天线的一端。注意：当发送电路的电压大于 5V 时，AIN 处的电压可能会超过 AVDD-0.7 的限值，此时应采用如图 41 的分压电路。R4、R5 应根据实际电压值进行选择。



图表 35 检波电路图 1（无分压）



图表 36 检波电路（有分压）

10 发送与接收流程

10.1 初始化过程

- 1) 操作 PSEL 寄存器，设置操作协议和波特率，默认协议为 TYPE B，106K
- 2) 设置协议帧格式寄存器，通常情况下默认值即可满足要求。
- 3) 操作 CRCSEL 寄存器，设置 CRC 是否自动计算及是否启动超时检测
- 4) 如果启动超时检测，设置超时时间 TMR

10.2 开启载波

- 5) 设置 `SCON.CARRYON = 1` 开启载波

10.3 写入发送数据

- 6) `SCON.PTCTR = 1`，清空数据缓冲区
- 7) `SCON.PTCLR = 0`，数据缓冲区正常工作
- 8) 将发送数据顺序写入 DATA（内部自动计数）

10.4 启动发送

- 9) 设置 `SCON.START = 1`

10.5 等待接收结束

- 10) 等待 `RSTAT.IRQ = 1` 或通过中断方式 IRQ 引脚产生中断信号。

10.6 判断状态

- 11) 根据 RSTAT 的状态判断接收结果是否有效。

10.7 读取接收数据

- 12) 如果数据有效，根据 RSC 内的值读取缓冲区内的接收数据

11 TYPE A 协议应用

11.1 短帧

ISO14443 TYPEA 协议定义了一些短帧 (short frame), THM3030 对短帧进行自动识别, 不需要进行单独设置和处理。

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	Meaning
0	1	0	0	1	1	0	'26' = REQA
1	0	1	0	0	1	0	'52' = WUPA
0	1	1	0	1	0	1	'35' = Optional timeslot method, see Annex C
1	0	0	x	x	x	x	'40' to '4F' = Proprietary
1	1	1	1	x	x	x	'78' to '7F' = Proprietary
all other values							RFU

图表 37 TYPE A 协议端帧列表

对于列表中所有单字节命令, THM3030 识别为短帧, 且不论是否用户设定 CRC 控制, 发送时都不会发送 CRC 值。

11.2 防冲突与碰撞

TYPE A 采用检测比特帧碰撞位的方法判断冲突位和是否发生碰撞。THM3030 对比特帧检测提供了完整的方案, 非常易于防冲突流程的实现。

以两个卡片为例, 假设两个卡片的 UID 分别是 0A223344、0A2A5566。

UID0	UID1	UID2	UID3
0A	22	33	44
0 1 0 1 0 0 0 0	0 1 0 0 0 1 0 0	1 1 0 0 1 1 0 0	0 0 1 0 0 0 1 0
0A	2A	55	66
0 1 0 1 0 0 0 0	0 1 0 1 0 1 0 0	1 0 1 0 1 0 1 0	0 1 1 0 0 1 1 0

图表 38 防冲突示意

- 1) THM3030 发送取序列号指令 9320
- 2) 两个卡片分别返回 0A223344 和 0A2A5566

THM3030 正确接收到第一个字节 0A, 然后收到第二个字节 B3 时发现碰撞错误, 马上退出接收, 此时第二个字节为已经收到的位构成的字节 0x02。RSTAT.CERR =1, 同时将碰撞位 03 记入 BITPOS

寄存器，此时收发计数器为 2，数据缓冲区内数据位 0A 02。

- 3) THM3030 发送 93 34 0A 02。(34: 高 4 位 3 表示发送整字节为 3 个，后 4 位表示最后的非整字节的有效位数)
- 4) 卡片 1 响应第二字节从 B4 开始的位序列，卡片 2 不响应。
- 5) THM3030 自动将发送序列号第二字节的 B0~B3 与卡片返回的第二字节的 B3~B7 组成一个完整字节，存储于缓冲区第一个字节内，其它字节为剩余序列号 33 44。
- 6) THM3030 收发计数器为 3，读出数据分别为 22 33 44，与上一帧接收到的 0A，构成一个完整序列号。
- 7) THM3030 发送 93 70 0A 22 33 44 (SELECT 命令)，选中卡片 1
- 8) 如果操作卡片 2，则在步骤 4 中，发送 93 34 0A 0A，卡片 2 返回剩余序列号，然后依上述方法可选中卡片 2。

11.3 TYPE A 协议的 CRC 计算

TYPE A 协议中对除标准帧外的特殊帧的 CRC 进行了约定，THM3030 自动判断是否为特殊帧，不需要进行特殊处理，特殊帧的 CRC 处理与 CRCSEL 寄存器的设置无关。

帧类型	命令	CRC 计算
短帧	REQA，WUPA 等，见 12.1	不计算
比特帧	93, 95, 97 等，但 9370, 9570, 9770 除外	不计算
标准帧	除短帧，比特帧外的其它帧	与 CRCSEL 设置有关

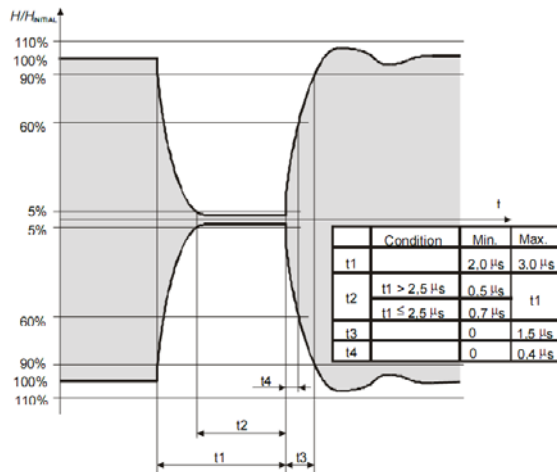
图 13-39 TYPEA 协议 CRC 计算

11.4 改变波特率

THM3030 支持 TYPE A 协议的高波特率通讯，设置 PSEL 可以分别设置 106K, 212K, 424K, 848K，也可以设置发送和接收不同波特率操作。注意：设置波特率需要根据卡片支持的波特率和波特率改变方式进行操作。

11.5 PAUSE 宽度设置

PWTH 寄存器提供了设置发送数据（改进密勒编码）的调制间隙（PAUSE）宽度的机制，调整 PWTH 可以使宽度进行改变。由于默认值已经为符合标准的中间值，因此不建议对此进行改变。



图表 40 TYPE A 发送数据 PAUSE⁸

11.6 发送接收流程

- 1) 设置协议为 TYPE A (PSEL)
- 2) 设置自动 CRC 和允许定时器 (CRCSEL)
- 3) 设置接收定时 TMR
- 4) 开启载波 (SCON)
- 5) 写入数据 (参考缓冲区操作流程)
- 6) 启动发送 (SCON)
- 7) 判断接收状态 (RSTAT)
- 8) 读出数据 (参考缓冲区操作流程)

如果需要设置发送的数据格式，可以设置 PWITH 寄存器⁹。

⁸ 引自 ISO/IEC14443 标准。

⁹ THM3030 不支持双副载波，操作 ISO/IEC15693 协议时，发送命令请使用单副载波命令。

12 ISO15693 协议应用

12.1 防冲突流程

ISO15693 协议支持两种 SLOT 的防冲突, SLOT =1 和 SLOT =16, SLOT =16 适用于卡片较多的情况下, 详情请参阅 《ISO/IEC15693 》 规范文档。这里只以 SLOT = 1 为例来说明。

假设场内存有两张卡片, 其 UID 分别为 UID1 F0946512000007E0 UID2 F096124567897823

THM3030 发送	卡片应答
240100 CRC 寻卡指令	0000 F0946512000007E0 CRC (卡片 1) 0000 F096124567897823 CRC (卡片 2) 两张卡片同时响应, 在 UID 的第 2 字节的 BIT1 发生碰撞
THM3030 收到 0000F000 RSTAT.CERR =1, BITPOS = 1, 表示在接收数据的最后一个字节 00 的 BIT 1 发生碰撞, 即序列号的第二字节的 BIT1 发生碰撞, 因此防冲突的 UID 屏蔽字节取值为 8+2 =0x0A	
THM3030 发送 24010AF000 CRC	0000 F0946512000007E0 CRC (卡片 1) 卡片比较低 10 (0x0A) 位序列号, 是否与 0xF000 一致, 因此卡片 1 响应, 而卡片 2 不响应 如果 THM3030 发送数据为 24010AF002, 则卡片 1 不响应, 卡片 2 响应

12.2 波特率设置

ISO15693 协议发送数据的速率由其编码方式决定, 用户可以设置 SMOD 选择 1/256 编码或 1/4 编码格式, 其中 1/256 编码格式速率约为 1.65KBPS, 1/4 编码格式速率约为 26.48 KBPS。

ISO15693 协议接收数据由发送命令决定¹⁰, 同样有两种速率, 高速率和低速率, 其中高速率约为 26.48KBPS, 低速率约为 6.62KBPS。

¹⁰ 请参阅 《ISO/IEC15693 》 标准

THM3030 通过 SMOD 寄存器可设置发送速率（编码格式决定），与 PSEL 中的波特率无关。

12.3 发送接收流程

- 1) 设置协议为 ISO15693 （PSEL）
- 2) 设置自动 CRC 和允许定时器 （CRCSEL）
- 3) 设置接收定时 TMR
- 4) 开启载波 （SCON）
- 5) 写入数据（参考缓冲区操作流程）
- 6) 启动发送（SCON）
- 7) 判断接收状态（RSTAT）
- 8) 读出数据（参考缓冲区操作流程）

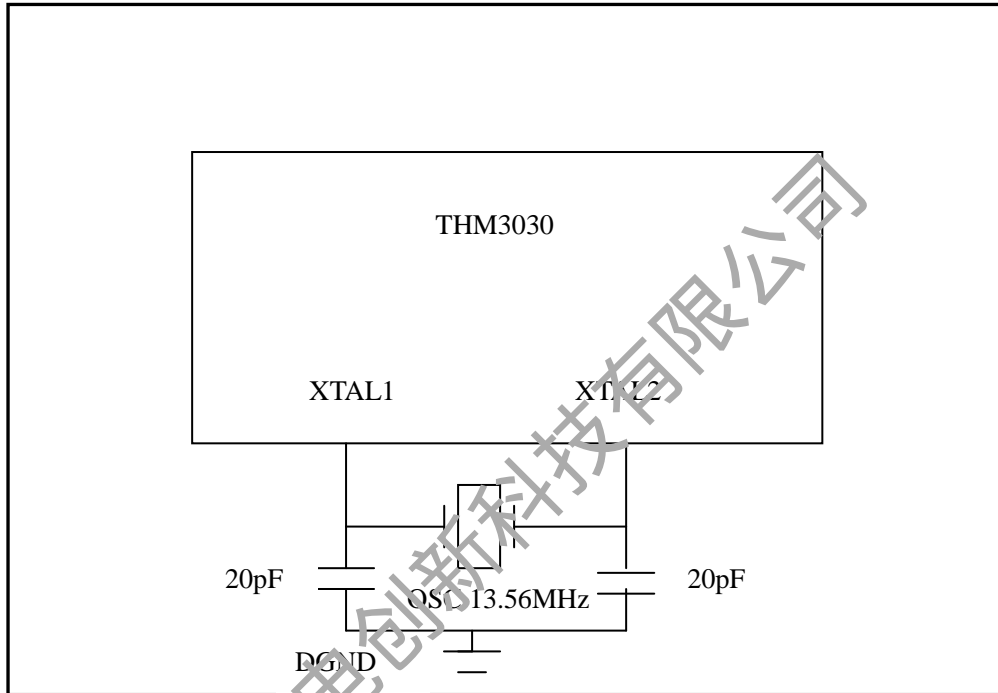
如果需要设置发送的数据格式，可以设置 SMOD 寄存器¹¹。

北京菱电创新科技有限公司

¹¹ THM3030 不支持双副载波，操作 ISO/IEC15693 协议时，发送命令请使用单副载波命令。

13 时钟电路

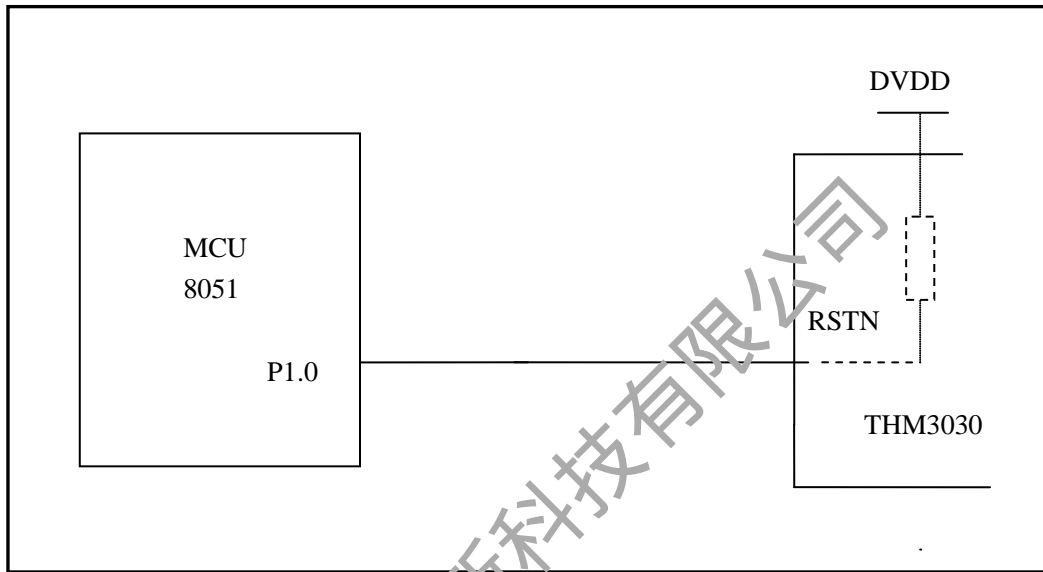
THM3030 内置时钟电路，外部只须接晶体即可。其中 XTAL2 可以做为时钟输出引脚。当使用外部晶振输入时，需要从 XTAL1 引脚输入。当 STANDBY 引脚为高电平时，时钟电路停止工作。



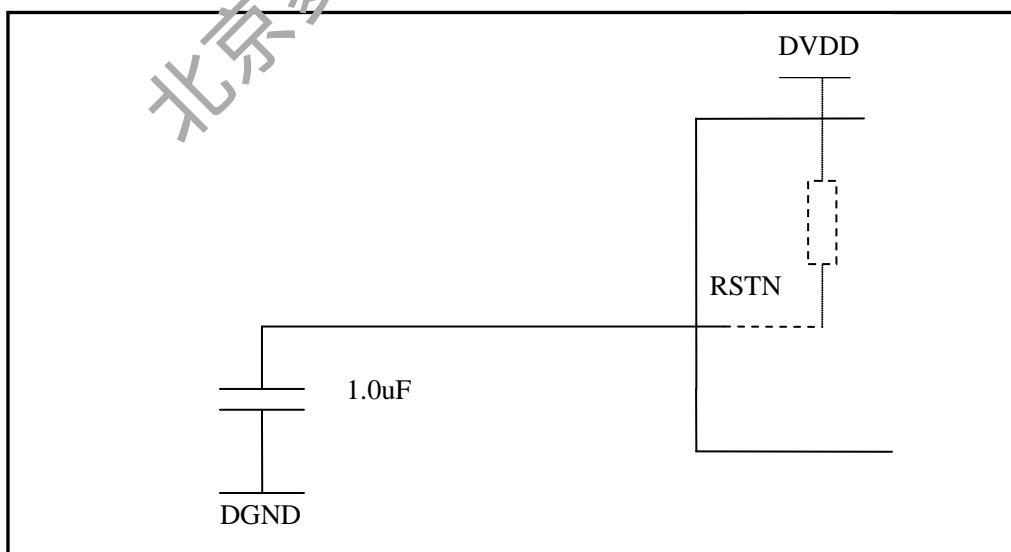
图表 41 时钟电路

14 复位电路

THM3030 复位信号 RSTN 为低电平有效，脉冲宽度应大于 5ms，复位管脚 RSTN 在芯片内部有上拉电阻，阻值约为 20K，可采用外接电路进行复位的方式，也可采用外接电容进行上电复位。



图表 42 复位电路（外部控制器复位）



图表 43 复位电路（上电复位）

15 低功耗模式

当 STANDBY 引脚为高电平时，THM3030 进入低功耗模式。低功耗模式下，IO1，IO2，IO3，IO4 将全部转为带有上拉电阻的输入引脚。RFTXD 和 RFCLK 将保持在低电平，晶体振荡器停止工作，THM3030 内部进入低功耗状态。

15.1 模式管脚的处理

某些低功耗的场所，要求功耗低于 10 uA 以下，由于模式管脚 MOD1 和 MOD0 内部具有上拉电阻（约为 20K），如果芯片工作于 SPI、UART、“透明”模式时，将分别会有 500uA 或 250 uA 的漏电。

此时，需要对模式管脚进行特殊处理。处理方法为将模式管脚中工作时为低电平的管脚与 STANDBY 引脚相连接。

	SPI	UART	透明
与 STANDBY 相连的管脚	MOD1 MOD0	MOD0	MOD0

图表 44 与 STANDBY 连接的管脚

15.2 外部控制器的要求

THM3030 进入低功耗以后，外部控制器与之相连的管脚， 应进行相应的处理。

管脚	处理
MOD1	保持高电平或输出高阻 ¹²
MOD0	保持高电平或输出高阻
IO1	保持高电平或输出高阻
IO2	保持高电平或输出高阻
IO3	保持高电平或输出高阻
IO4	保持高电平或输出高阻
IRQ	与 THM3030 输出状态保持一致
RSTN	保持高电平或输出高阻
STANDBY	保持高电平或输出高阻

图表 45 低功耗时管脚状态

¹² 由于 THM3030 内置上拉电阻，因此外部控制器可输出高电平、输出高阻均可使 THM3030 管脚为高电平

16 电气参数

16.1 工作范围

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
DVDD	数字电源电压	相对于 DGND	3.0	5.5	V
AVDD	模拟电源电压 ¹³	相对于 AGND	3.0	3.6	V
TA	环境温度	工作温度	-40	80	°C
tR	输入上升时间	输入信号		40	ns
tF	输入下降时间	输入信号		40	ns

图表 46 工作范围

16.2 极限参数

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
DVDD	数字电源电压	相对于 DGND	-0.75	5.75	V
AVDD	数字电源电压	相对于 AGND	-0.75	5.75	V
VI	直流输入电压	相对于地	-0.75	5.75	V
IO	直流输出电流	RFTXD、RFCLK 管脚	-30	30	mA
		其他管脚	-10	10	mA
TSTG	保存温度	无电源偏置	-85	150	°C
TA	环境温度	有电源偏置	-65	135	°C

图表 47 极限参数

¹³ AVDD 可承受 5V 的工作电压，但其最优工作条件是 3~3.6V。

16.3 直流参数

表中所列值在正常工作状态，0°C ~ 50°C 条件下有效。

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
VIL	输入低电位	DVDD = 3~5V	0	0.3*DVDD	V
VIH	输入高电位	DVDD=3~5V	0.7*DVDD	5.5	V
VOL	输出低电位	IOL = 1.8mA, DVDD=5V	0.4	2.0	V
VOH	输出高电位	IOH = -1.8mA, DVDD=5V	VDD-1.0	5	V
ILI	输入漏电流	VI = -0.5~5.5V	-5	5	μA
Rpull-up	内部弱上拉电阻	25°C	15	25	KΩ
CIO	I/O 管腿电容	f = 1.0MHz, TA = 25°C		5	pF
IDD	电源电流	正常工作状态, AVDD=DVDD=5V	20	30	mA
		正常工作状态, VDD=3.3V	12	20	mA
		低功耗状态, AVDD=DVDD=5V	5	9	μA
		低功耗状态, AVDD=DVDD=3.3V	3	5	μA
		正常工作状态, 包括外部发送电路, AVDD/TVDD/DVDD=5V	90	100	mA
		正常工作状态, 包括外部发送电路, AVDD/TVDD/DVDD=3V	60	70	mA

图表 48 直流参数

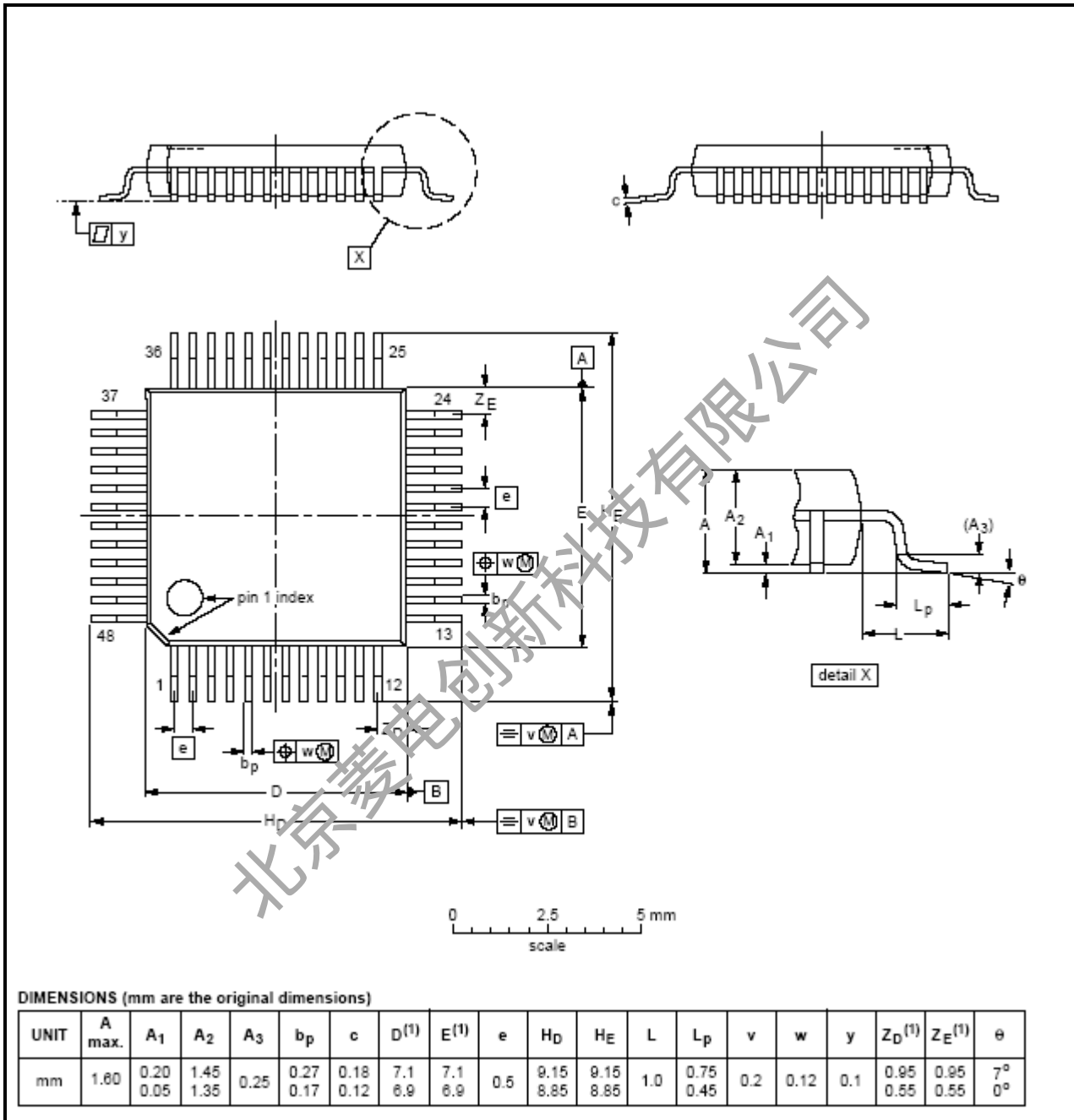
16.4 交流参数

在正常工作状态下（发送电路为图 17，电源均为 5V）

符号	参数	最小值	最大值	单位
fosc	振荡频率	13.553	13.567	MHz
t1	射频关闭时间	1.0	2.0	μS
t2	射频打开时间	1.0	1.5	μS

图表 49 交流参数

17 封装 (LQFP48)



图表 50 封装尺寸图

18 典型应用

18.1 电源连接方式

THM3030 的应用电路中涉及三个电源：TVDD 为发送电路电源、AVDD 为模拟信号电源、DVDD 为数字信号电源，当采用 3.3V 电源供电时，可以将 AVDD 和 DVDD 接在一起，TVDD 可以连接在 3.3V，也可连接在其他电压如 5V 上。TVDD 升高，可以增加射频功率，提高工作距离¹⁴。需要注意的是，发送电源 TVDD 升高，有些器件参数可能会需要适当改变，图中元件值满足 3~5V 的需要。TGND、AGND、DGND 需要接到一起，由于电源都接到一起，进行电路板设计时最好分块进行布局，将发送电路、模拟接收电路和数字电路进行划分，分别进行电源连接，并采用星形接线方式将电源连接到一起，且发送电路电源应尽可能靠近电源的输出端，如图 56。采用双面板设计时，可以进行“铺地”处理。

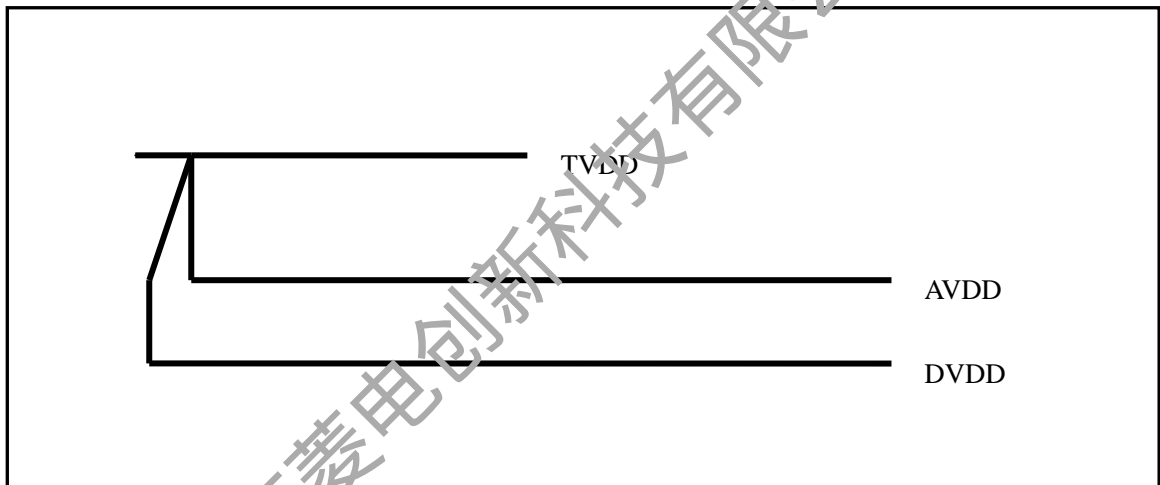


图 51 电源连接示意图 (TVDD = AVDD = DVDD = 3V)

18.2 透明接口模式

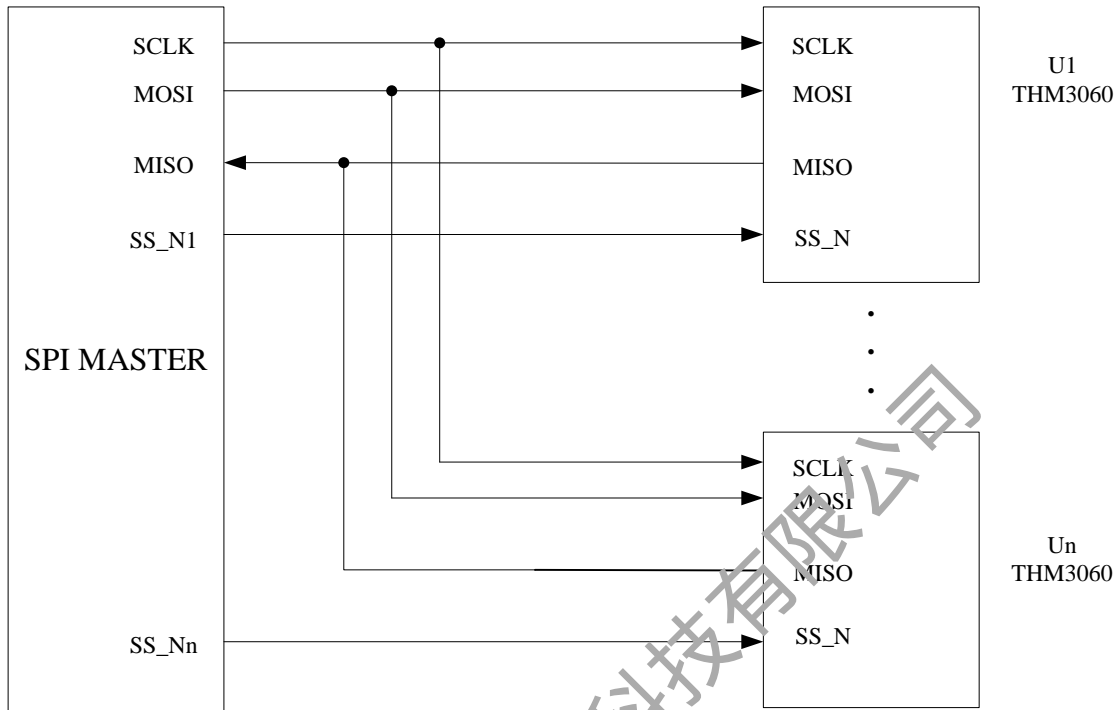
在“透明”接口模式下，波形数据由 TRD 输入，卡片返回数据由 RCD 输出。SEL1 和 SEL0 选择射频协议 (TYPE A 或 ISO15693)。STANDBY 为高，芯片进入低功耗模式，STANDBY 为低，芯片不进入低功耗模式。

18.3 SPI 接口模式

在 SPI 接口模式下，THM3030 为从机，MOSI、MISO、SS_N、SCLK 等管脚接主机通用 SPI 接口，或接外部控制器 I/O 管脚。

¹⁴ 注意：图例中电路 TVDD 电压不应超过 5V。

SPI 主机接口可以多个 SPI 从机接口相连，即一个主机 Master 控制器控制多个从机 Slave 器件，THM3030 也可以这样连接，实现一个控制器控制多个 THM3030 芯片,如下图所示。



图表 52 多个 THM3030 SPI 模式连接图

18.4 UART 接口模式

UART 接口模式下可以通过如 MAX232 之类的 RS232-TTL 电平转换器件与具有 RS232 接口的设备（如计算机）相连，此时可以去掉外围如单片机等控制器，从而实现外围电路非常简单的多协议串口读卡器。

同样，UART 接口模式下也可以与具有串口的控制器相连。需要注意的是，THM3030 仅支持波特率 115200 BPS，无校验，8 位数据，1 位停止位的格式。