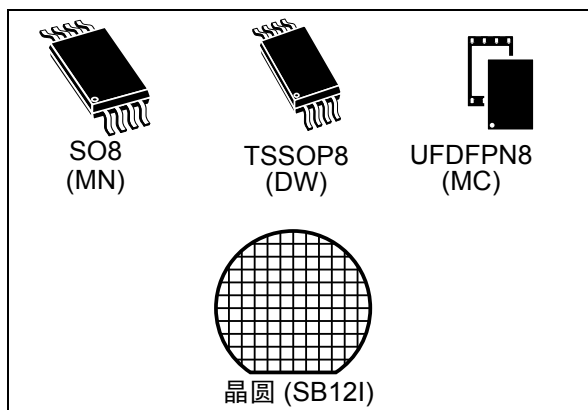


## 动态 NFC/RFID 标签集成电路，具有 64-Kbit EEPROM， NFC 论坛 4 类标签和 I<sup>2</sup>C 接口

数据手册 - 生产数据



### 特性

#### I<sup>2</sup>C 接口

- 二线 I<sup>2</sup>C 串行接口支持 1 MHz 协议
- 单供电电压：2.7 V 到 5.5 V

#### 非接触接口

- NFC 论坛 4 类标签
- ISO/IEC 14443 A 类
- 106 Kbps 数据率
- 内部调谐电容：25 pF

#### 存储器

- 8-Kbyte (64-kbit) EEPROM
- 支持 NDEF 数据结构
- 数据保存：200 年
- 可擦写次数：1 百万次擦写
- 单个指令最多可读 246 字节
- 单个指令最多可写 246 字节
- 7 字节唯一标识符 (UID)
- 128 位密码保护

#### 封装

- 8- 引脚小型封装 (SO8) ECOPACK<sup>®</sup>2
- TSSOP8 ECOPACK<sup>®</sup>2
- TSSOP8 ECOPACK<sup>®</sup>2

#### 数字板

- GPO：可配置通用输出
- RF 禁用：激活 / 取消激活 RF 指令

### 简介

M24SR64-Y 设备为具有双接口的动态 NFC/RFID 标签 IC。它内置有 EEPROM 存储器。可通过 I<sup>2</sup>C 接口或 13.56 MHz RFID 读卡器或 NFC 电话对其进行操作。

I<sup>2</sup>C 接口使用二线串行接口，包括双向数据线和时钟线。它在 I<sup>2</sup>C 协议中表现为从设备。

RF 协议与 ISO/IEC 14443 A 类和 NFC 论坛 4 类标签兼容。

# 目录

<b>1</b>	<b>功能描述</b>	<b>9</b>
1.1	功能模式	10
1.1.1	I2C 模式	10
1.1.2	标签模式	10
1.1.3	双接口模式	11
<b>2</b>	<b>信号描述</b>	<b>12</b>
2.1	串行时钟 (SCL)	12
2.2	串行数据 (SDA)	12
2.3	天线线圈 (AC0, AC1)	12
2.4	接地 (VSS)	12
2.5	供电电压 ( $V_{CC}$ )	12
2.5.1	工作供电电压 $V_{CC}$	12
2.5.2	上电条件	13
2.5.3	I <sup>2</sup> C 模式中设备复位	13
2.5.4	掉电条件	13
2.6	RF 禁用	13
2.7	通用输出 (GPO)	13
2.7.1	会话打开的配置 (GPO 字段 = 0xX1 或 0x1X)	14
2.7.2	WIP 写入正在进行的配置 (GPO 字段 = 0xX2 或 0x2X)	15
2.7.3	I <sup>2</sup> C 应答就绪的配置 (GPO 字段 = 0xX3)	16
2.7.4	MIP NDEF 消息写入正在进行的配置 (GPO 字段 = 0x3X)	17
2.7.5	INT 中断的配置 (GPO 字段 = 0xX4 或 0x4X)	18
2.7.6	状态控制的配置 (GPO 字段 = 0xX5 或 0x5X)	19
2.7.7	RF 忙的配置 (GPO 字段 = 0x6X)	20
<b>3</b>	<b>M24SR64-Y 存储器管理</b>	<b>21</b>
3.1	存储器结构	21
3.1.1	文件标识符	21
3.1.2	CC 文件布局	21
3.1.3	NDEF 文件布局	22
3.1.4	系统文件布局	23
3.2	对存储器的读写访问权限	25

3.2.1	读写访问权限的状态	25
3.2.2	更改 NDEF 文件的读访问权限	26
3.2.3	更改 NDEF 文件的写访问权限	27
3.3	访问权限的有效时间	27
3.4	NDEF 文件密码	27
3.5	I2C 密码	28
3.5.1	系统文件的 I <sup>2</sup> C 密码和 I <sup>2</sup> C 保护字段	28
<b>4</b>	<b>通信机制</b>	<b>29</b>
4.1	主和从	29
4.2	M24SR64-Y 会话机制	29
4.2.1	RF 令牌	29
4.2.2	I <sup>2</sup> C 令牌	29
<b>5</b>	<b>I<sup>2</sup>C 和 RF 指令集</b>	<b>30</b>
5.1	指令集结构	31
5.2	I-Block 格式	31
5.2.1	C-APDU: 指令的净负荷格式	32
5.2.2	R-APDU: 响应的净负荷格式	33
5.3	R-Block 格式	33
5.4	S-Block 格式	34
5.5	I2C 和 RF 帧的 CRC	35
5.6	NFC 论坛 4 类标签协议	35
5.6.1	指令集	35
5.6.2	状态和错误码	36
5.6.3	NDEF Tag Application Select 指令	37
5.6.4	Capability Container Select 指令	37
5.6.5	NDEF Select 指令	38
5.6.6	System File Select 指令	39
5.6.7	ReadBinary 指令	39
5.6.8	UpdateBinary 指令	40
5.7	ISO/IEC 7816-4 指令	42
5.7.1	Verify 指令	42
5.7.2	Change Reference Data 指令	43
5.7.3	Enable Verification Requirement 指令	44
5.7.4	Disable Verification Requirement 指令	45

5.8	ST 专有指令集 .....	46
5.8.1	ExtendedReadBinary 指令 .....	46
5.8.2	EnablePermanentState 指令 .....	47
5.8.3	DisablePermanentState 指令 .....	48
5.8.4	SendInterrupt 指令 .....	49
5.8.5	StateControl 指令 .....	49
5.9	RF 专有指令集 .....	50
5.9.1	Anticollision 指令集 .....	50
5.9.2	RATS 指令和 ATS 响应 .....	50
5.9.3	PPS 指令和响应 .....	52
5.10	I <sup>2</sup> C 专用指令集 .....	53
5.10.1	GetI2Csession 指令 .....	53
5.10.2	KillRFsession 指令 .....	53
<b>6</b>	<b>RF 设备操作 .....</b>	<b>54</b>
6.1	RF 接口的 Anticollision 和 Device Activation 指令集 .....	54
6.2	打开 RF 会话 .....	54
6.3	关闭 RF 会话 .....	54
6.4	应用指令集 .....	54
<b>7</b>	<b>I<sup>2</sup>C 设备操作 .....</b>	<b>55</b>
7.1	I <sup>2</sup> C 通信协议 .....	55
7.2	开始条件 .....	56
7.3	停止条件 .....	56
7.4	开始条件的 I <sup>2</sup> C 超时 .....	56
7.5	时钟周期的 I <sup>2</sup> C 超时 .....	56
7.6	回应位 (ACK) .....	57
7.7	数据输入 .....	57
7.8	I <sup>2</sup> C 设备地址 .....	57
7.9	I <sup>2</sup> C 帧格式 .....	57
7.9.1	I <sup>2</sup> C 帧指令示例 .....	58
7.10	打开 I <sup>2</sup> C 会话 .....	59
7.11	关闭 I <sup>2</sup> C 会话 .....	60
<b>8</b>	<b>功能流程 .....</b>	<b>61</b>

---

8.1	选择 NDEF 消息 .....	61
8.2	NDEF 消息的读取 .....	61
8.3	读取锁定的 NDEF 文件 .....	61
8.4	锁定 NDEF 文件 .....	61
8.5	解锁 NDEF 文件 .....	62
8.6	达到 NDEF 文件的只读状态 .....	62
8.7	更改 NDEF 密码流程 .....	62
<b>9</b>	<b>UID: 唯一标识符 .....</b>	<b>63</b>
<b>10</b>	<b>最大额定值 .....</b>	<b>64</b>
<b>11</b>	<b>I2C 直流和交流参数 .....</b>	<b>65</b>
11.1	I2C 时间测量条件 .....	69
<b>12</b>	<b>GPO 参数 .....</b>	<b>72</b>
<b>13</b>	<b>RF 电气参数 .....</b>	<b>74</b>
<b>14</b>	<b>封装机械数据 .....</b>	<b>75</b>
14.1	SO8N 封装的机械数据 .....	75
14.2	TSSOP8 封装的机械数据 .....	76
14.3	UFDFPN8 封装的机械数据 .....	77
<b>15</b>	<b>部件编号 .....</b>	<b>79</b>
<b>16</b>	<b>修订历史 .....</b>	<b>80</b>

# 表格目录

表 1.	信号名称	10
表 2.	功能模式	10
表 3.	文件标识符	21
表 4.	1 个 NDEF 文件的 CC 文件布局	22
表 5.	NDEF 文件布局	23
表 6.	字段列表	23
表 7.	GPO 字段的详细信息	24
表 8.	RF 会话字段的详细信息	24
表 9.	ST 保留字段的详细信息	25
表 10.	RF 使能字段的详细信息	25
表 11.	读访问权限	25
表 12.	写访问权限	26
表 13.	RF 和 I <sup>2</sup> C 指令集	30
表 14.	I-Block 格式	31
表 15.	I-Block 格式的 PCB 字段	32
表 16.	C-APDU 格式	32
表 17.	R-APDU 格式	33
表 18.	R-Block 格式	33
表 19.	R-Block 详细格式	34
表 20.	S-Block 格式	34
表 21.	S-Block 详细格式	35
表 22.	指令集概述	35
表 23.	M24SR64-Y 的状态码	36
表 24.	M24SR64-Y 的错误码	36
表 25.	NDEF Tag Application Select 指令的 C-APDU	37
表 26.	NDEF Tag Application Select 指令的 R-APDU	37
表 27.	Capability Container Select 指令的 C-APDU	38
表 28.	Capability Container Select 指令的 R-APDU	38
表 29.	NDEF Select 指令的 C-APDU	38
表 30.	NDEF Select 指令的 R-APDU	39
表 31.	System File Select 指令的 C-APDU	39
表 32.	System File Select 指令的 R-APDU	39
表 33.	ReadBinary 指令的 C-APDU	40
表 34.	ReadBinary 指令的 R-APDU	40
表 35.	UpdateBinary 指令的 C-APDU	41
表 36.	UpdateBinary 指令的 R-APDU	41
表 37.	Verify 指令格式	42
表 38.	Verify 指令的 R-APDU	43
表 39.	Change reference data 指令格式	43
表 40.	Change Reference Data 指令的 R-APDU	44
表 41.	Enable Verification Requirement 指令格式	44
表 42.	Enable Verification Requirement 指令的 R-APDU	45
表 43.	Disable Verification Requirement 指令格式	45
表 44.	Disable Verification Requirement 指令的 R-APDU	46
表 45.	ExtendedReadBinary 指令的 C-APDU	46
表 46.	ExtendedReadBinary 指令的 R-APDU	47
表 47.	EnablePermanentState 指令格式	47
表 48.	EnablePermanentState 指令的 R-APDU 表	47

表 49.	DisablePermanentState 指令格式	48
表 50.	DisablePermanentState 指令的 R-APDU	48
表 51.	SendInterrupt 指令格式	49
表 52.	SendInterrupt 指令的 R-APDU	49
表 53.	StateControl 指令格式	50
表 54.	StateControl 指令的 R-APDU	50
表 55.	RF 主机发出的指令	50
表 56.	RATS 指令	51
表 57.	从 FDSI 到 FSD 的转换	51
表 58.	ATS 响应	51
表 59.	PPS 指令	52
表 60.	上下行数据率编码	52
表 61.	PPS 响应	52
表 62.	I <sup>2</sup> C 专用指令	53
表 63.	GetI2Csession 指令格式	53
表 64.	KillRFsession 指令格式	53
表 65.	I2C 设备地址格式	57
表 66.	I <sup>2</sup> C 帧格式	58
表 67.	I2C 主机到 M24SR64-Y	58
表 68.	M24SR64-Y 到 I2C 主机	58
表 69.	UID 格式	63
表 70.	绝对最大额定值	64
表 71.	I <sup>2</sup> C 工作条件	65
表 72.	AC 测试测量条件	65
表 73.	输入参数	65
表 74.	I <sup>2</sup> C 直流特性	66
表 75.	I <sup>2</sup> C 交流特性 (400 kHz)	67
表 76.	I <sup>2</sup> C 交流特性 (1 MHz)	68
表 77.	设备选择码	71
表 78.	GPO 时间测量	72
表 79.	默认工作条件	74
表 80.	RF 特性	74
表 81.	SO8N - 8- 引脚塑料小尺寸, 150 mil 体宽封装数据	75
表 82.	TSSOP8 - 8- 引脚纤薄紧缩小尺寸, 169 mil 宽, 封装数据	76
表 83.	UFDFPN8 - 8- 引脚超薄紧密排列双扁平封装, 无引脚, 封装数据	78
表 84.	封装设备的订购信息方案	79
表 85.	文档修订历史	80

# 图片目录

图 1.	M24SR64-Y 框图 .....	9
图 2.	8 引脚封装连接 .....	10
图 3.	GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0xX1 或 0x1X) .....	14
图 4.	GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0xX2 或 0x2X) .....	15
图 5.	GPO 配置为 I <sup>2</sup> C 应答就绪 (GPO 字段 = 0xX3) .....	16
图 6.	GPO 配置为 MIP (GPO 字段 = 0x3X) .....	17
图 7.	GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0xX4 或 0x4X) .....	18
图 8.	GPO 配置为状态控制 (GPO 字段 = 0xX5 或 0x5X) .....	19
图 9.	GPO 配置为 RF 忙 (GPO 字段 = 0x6X) .....	20
图 10.	更改 NDEF 文件的读访问权限 .....	26
图 11.	更改 NDEF 文件的写访问权限 .....	27
图 12.	指令与响应的交互 .....	55
图 13.	开始条件的 I <sup>2</sup> C 超时 .....	56
图 14.	NDEF tag Application Select 指令 .....	59
图 15.	AC 测试测量 I/O 波形 .....	65
图 16.	I <sup>2</sup> C 交流波形 .....	69
图 17.	最大 Rbus 值, f <sub>C</sub> = 400 kHz .....	69
图 18.	最大 Rbus 值, f <sub>C</sub> = 1 MHz .....	70
图 19.	I2C 总线协议 .....	70
图 20.	SO8N - 8- 引脚塑料小尺寸, 150 mil 体宽封装图 .....	75
图 21.	TSSOP8 - 8- 引脚纤薄紧缩小尺寸封装图 .....	76
图 22.	UFDPFN8 - 8- 引脚超薄紧密排列双扁平封装, 无引脚, 2x3 mm 封装图 .....	77



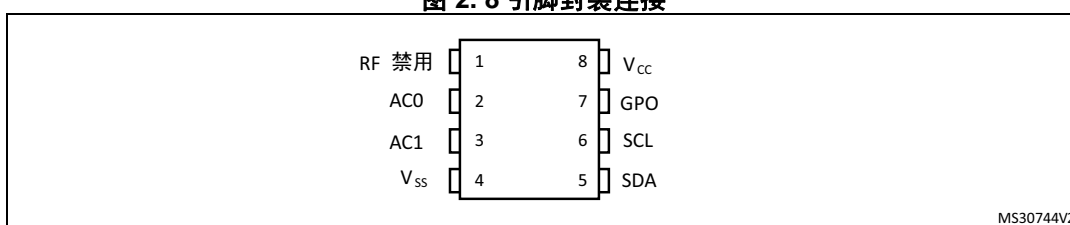


表 1. 信号名称

信号名称	函数	方向
SDA	串行数据	I/O
SCL	串行时钟	输入
AC0, AC1	天线线圈	-
V <sub>CC</sub>	电源电压	-
V <sub>SS</sub>	接地	-
GPO	中断输出 <sup>(1)</sup>	漏极开路输出
RF 禁用	禁用 RF 通信 <sup>(2)</sup>	输入

1. 需要外部上拉电阻 > 4.7 kΩ。
2. 当 V<sub>CC</sub> 电压高于它的 POR 电平时，需要外部下拉电阻。

图 2. 8 引脚封装连接



1. 关于封装尺寸及如何识别引脚 1，请参见封装机械数据部分。

## 1.1 功能模式

M24SR64-Y 具有两个可用的功能模式。两个模式之间的区别在于电源（参见表 2）。

表 2. 功能模式

模式	电源	注释
I <sup>2</sup> C 模式	V <sub>CC</sub>	I <sup>2</sup> C 接口可用
标签模式	仅 RF 场	I <sup>2</sup> C 接口未连接
双接口模式	RF 场或 V <sub>CC</sub>	I <sup>2</sup> C 和 RF 接口都可用

### 1.1.1 I<sup>2</sup>C 模式

M24SR64-Y 由 V<sub>CC</sub> 供电。I<sup>2</sup>C 接口连接到 M24SR64-Y。I<sup>2</sup>C 主机可与 M24SR64-Y 设备通信。

### 1.1.2 标签模式

M24SR64-Y 由 RF 场供电，可与 RF 主机（RFID 读卡器或 NFC 电话）通信。只能通过 RF 指令访问用户存储器。

### 1.1.3 双接口模式

两个接口，RF 和 I<sup>2</sup>C，都连接到 M24SR64-Y。RF 或 I<sup>2</sup>C 主机都能与 M24SR64-Y 设备通信。供电和访问管理由 M24SR64-Y 自身执行。详情请参见令牌机制一章。

## 2 信号描述

### 2.1 串行时钟 (SCL)

此输入信号用于选通进出设备的所有数据。在有些应用中，从设备使用此信号使总线与较慢的时钟同步，这时总线主设备必须具有漏极开路输出，并且必须具有由串行时钟 (SCL) 连接到  $V_{CC}$  的上拉电阻。(图 17 说明了如何计算该上拉电阻的值)。

然而，在大多数应用中，不会使用此同步方法，所以如果总线主设备具有推挽 (而不是漏极开路) 输出，则不必使用上拉电阻。

### 2.2 串行数据 (SDA)

此双向信号用于传输进出设备的数据。它是漏极开路输出，可能与总线上其它漏极开路或集电极开路的信号进行“或”连接。必须具有从串行数据 (SDA) 连接到  $V_{CC}$  的上拉电阻。(图 17 说明了如何计算该上拉电阻的值)。

### 2.3 天线线圈 (AC0, AC1)

这些输入用于专门将设备连接到外部线圈。建议不要将其它任何 DC 或 AC 路径连接到 AC0 或 AC1。

当调谐正确时，该线圈用于使用 NFC 论坛 4 类指令访问设备。

### 2.4 接地 ( $V_{SS}$ )

$V_{SS}$ ，当连接时，是所有板子  $V_{CC}$  供电电压的参考，包括 AC0 和 AC1。

### 2.5 供电电压 ( $V_{CC}$ )

此引脚可连接到外部直流供电电压。

*注：内部稳压器使得外部电压能够施加于  $V_{CC}$  以对 M24SR64-Y 供电。*

#### 2.5.1 工作供电电压 $V_{CC}$

在选择 M24SR64-Y 并向其发送指令之前，必须施加有效、稳定的  $V_{CC}$  电压，电压范围必须在指定的 [ $V_{CC}$  (最小),  $V_{CC}$  (最大)] 之内。为了保持稳定的直流供电电压，建议在  $V_{CC}/V_{SS}$  封装引脚附近，使用适当的电容 (通常为 10 nF 和 100 pF 量级) 解除  $V_{CC}$  线路的耦合。

在指令传输结束之前，对于写指令 (UpdateBinary、ChangeReferenceData、EnableVerificationRequirement、DisableVerificationRequirement、EnablePermanentState、DisablePermanentState)，在内部 I<sup>2</sup>C 写周期 ( $t_W$ ) 完成之前，此电压必须保持稳定、有效。

## 2.5.2 上电条件

当打开电源时， $V_{CC}$  从  $V_{SS}$  升高到  $V_{CC}$ 。 $V_{CC}$  升高时间必须不能超过  $1V/\mu s$ 。

## 2.5.3 I<sup>2</sup>C 模式中设备复位

为了防止上电期间的意外写入操作，加入了加电复位（POR）电路。上电时（ $V_{CC}$  连续升高），在  $V_{CC}$  达到加电复位阈值电压之前（此阈值低于定义的最小  $V_{CC}$  工作电压），M24SR64-Y 不会响应任何 I<sup>2</sup>C 指令。当  $V_{CC}$  超过 POR 阈值时，设备复位，进入待机功耗模式。然而，在  $V_{CC}$  达到指定 [ $V_{CC}$ （最小）， $V_{CC}$ （最大）] 范围内有效、稳定的  $V_{CC}$  电压之前，一定不能访问设备。

同理，在掉电期间（ $V_{CC}$  连续降低），一旦  $V_{CC}$  降到加电复位阈值电压之下，M24SR64-Y 立刻停止响应所有发送给它的指令。

## 2.5.4 掉电条件

在掉电期间（ $V_{CC}$  连续衰减），M24SR64-Y 必须处于待机功耗模式（在解码“停止”条件后达到该模式，假设没有内部操作正在进行）。

## 2.6 RF 禁用

此输入信号用于禁止 RF 通信。当  $V_{CC}$  引脚上的电压低于 POR 电平或未连接时，内部下拉电阻连接到此板上。因此，RF 禁用板保持在低电平，并且 RF 模拟前端激活。当  $V_{CC}$  引脚上的电压高于 POR 电平时，I<sup>2</sup>C 主机应该置位此引脚，以使能或禁用 RF 通信。在双接口模式中，RF 禁用必须不能浮空。

## 2.7 通用输出（GPO）

GPO 板是漏极开路板，它应该连接外部上拉电阻。此板是一个可配置输出信号。在交付时，GPO 配置为会话打开。它的行为与激活的 I<sup>2</sup>C 或 RF 会话保持一致，与用户选择的模式保持一致。当 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话打开时，该 GPO 板使能。当 RF 和 I<sup>2</sup>C 会话都未打开时，GPO 为高阻抗。

用户可选择这些配置之一<sup>(a)</sup>：

- SessionOpen：有 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话正在进行。
- MIP（NDEF 消息更新正在进行）：RF 主机正在写入非 0x0000 的 NDEF 长度。可使用此模式来检测 RF 主机何时更改了 NFC 论坛定义的 NDEF 消息。
- WIP（写入正在进行）：M24SR64-Y 正在执行写操作。
- INT（中断）：I<sup>2</sup>C 或 RF 主机可强制 M24SR64-Y 在 GPO 引脚上发送负脉冲。
- I<sup>2</sup>C 就绪响应：I<sup>2</sup>C 响应准备就绪，可被 I<sup>2</sup>C 主机读取。
- 状态模式：I<sup>2</sup>C 或 RF 主机可在 RF 会话期间控制 GPO 板的状态。
- RF 忙：RF 主机正在与 M24SR64-Y 通信。

a. 请参见表 78 以获得更多信息。

### 2.7.1 会话打开的配置 (GPO 字段 = 0xX1 或 0x1X)

在 GPO 配置为“会话打开”的情况下，当 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话正在进行时，它会转到“低”状态 (参见图 2.7.2)。

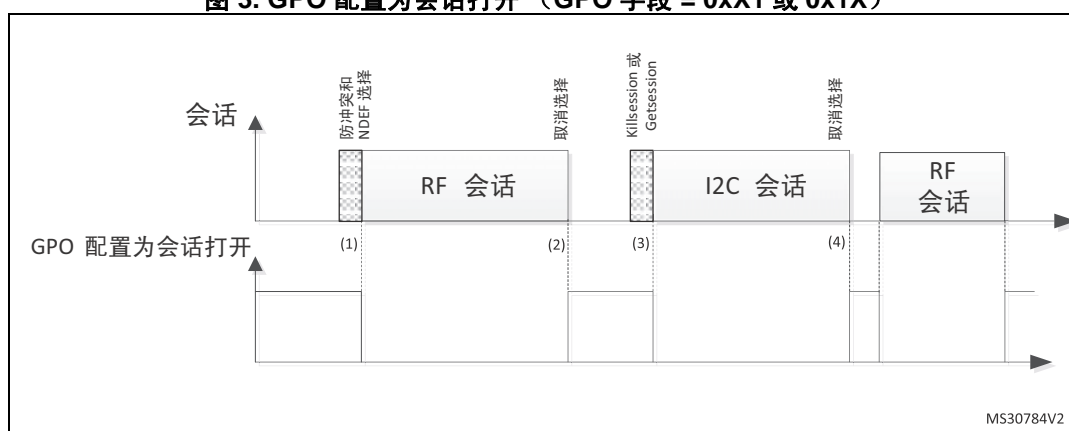
当 M24SR64-Y 收到有效的 Select Application 时，RF 会话被采用。在 M24SR64-Y 收到了有效的 Deselect 指令后，如果 M24SR64-Y 在 I<sup>2</sup>C 中收到了 Kill RF session 指令或当 RF 场变为 OFF 时，该会话被释放。

当 M24SR64-Y 收到有效的 Get session 指令或有效的 Kill RF session 指令时，I<sup>2</sup>C 会话被采用。在 M24SR64-Y 收到了有效的 Deselect 指令或关机之后，该会话被释放。

当会话打开时，在时延 (1) 或 (3) 后，GPO 被驱动为低。

当会话释放时，在时延 (2) 或 (4) 后，GPO 释放。

图 3. GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0xX1 或 0x1X)



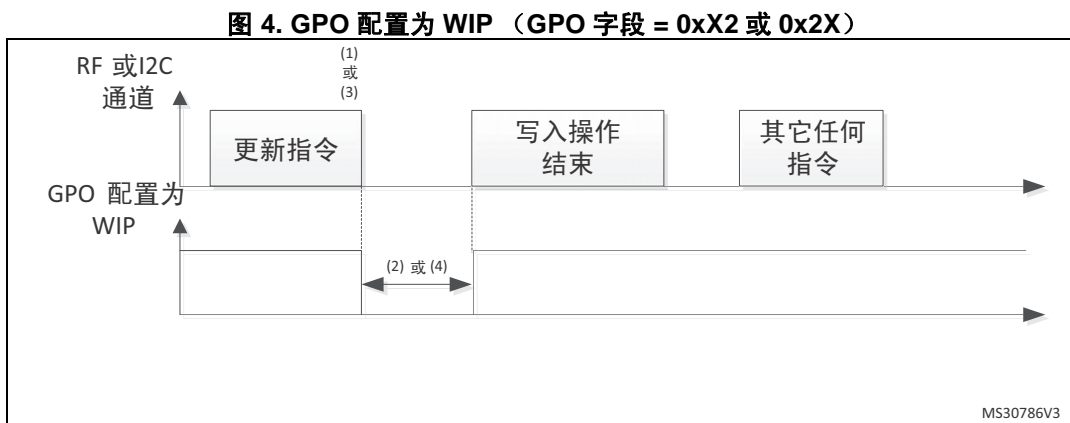
1. CmdEOFtoGPlow (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板低)
2. CmdEOFtoGPHZ (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板 HZ)
3. CmdSTPtoGPlow (I2C 指令停止到 GPO 低)
4. AnswerlLBtoGPHZ (I2C 应答末字节的最后位到 GPO HZ)

## 2.7.2 WIP 写入正在进行的配置（GPO 字段 = 0xX2 或 0x2X）

当 GPO 配置为“WIP”时，在 I<sup>2</sup>C 或 RF 写入操作期间，它会转到“低”状态。

在 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话期间，当 M24SR64-Y 更新文件时，在相应 UpdateBinary 指令执行开始之后的时延（1）或（3）之后，GPO 被驱动为低。

在 GPO 释放之前，写入时间（2）或（4）期间，它会保持为低。



1. CmdSTPtoGPlow（I2C 指令停止到 GPO 低）
2. 写入时间期间
3. CmdEOFtoGPlow（RF 指令帧结束到 GPO 低）
4. 写入时间期间

### 2.7.3 I<sup>2</sup>C 应答就绪的配置 (GPO 字段 = 0xX3)

当 GPO 配置为 I<sup>2</sup>C 应答就绪时，当 M24SR64-Y 完成了 I<sup>2</sup>C 指令的处理，并准备好发送 I<sup>2</sup>C 响应时，它转到“低”状态。

在 I<sup>2</sup>C 会话期间，当收到有效的 I<sup>2</sup>C 指令后，当 M24SR64-Y 准备好在 I<sup>2</sup>C 总线上发送响应的时延 (1) 后，GPO 引脚被驱动为低。

在 M24SR64-Y 收到新指令的 (2) 之后，GPO 释放。

图 5. GPO 配置为 I<sup>2</sup>C 应答就绪 (GPO 字段 = 0xX3)



1. CmdSTPtoGPlow (I<sup>2</sup>C 指令停止到 GPO 低)
2. 在 NewCmdIbFB (新 I<sup>2</sup>C 指令首字节的最后位) 之后  
或  
在 AnswerIbFB (I<sup>2</sup>C 应答首字节的最后位) 之后



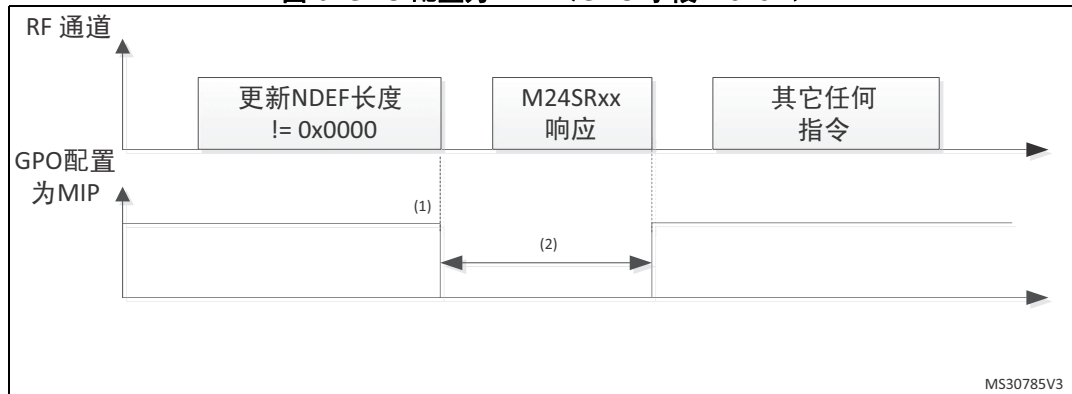
### 2.7.4 MIP NDEF 消息写入正在进行的配置（GPO 字段 = 0x3X）

在 GPO 配置为 MIP 的情况下，当 RF 主机写入非 0x0000 值的 NDEF 长度时，它的状态转入“低”状态。

在 RF 会话期间，当 M24SR64-Y 更改 NDEF 文件及用非 0x0000 值更新 NDEF 长度时，在相应 UpdateBinary 指令执行开始之后的时延（1）之后，GPO 被驱动为低。

在 GPO 释放之前，写入时间（2）期间，它会保持为低。

图 6. GPO 配置为 MIP（GPO 字段 = 0x3X）



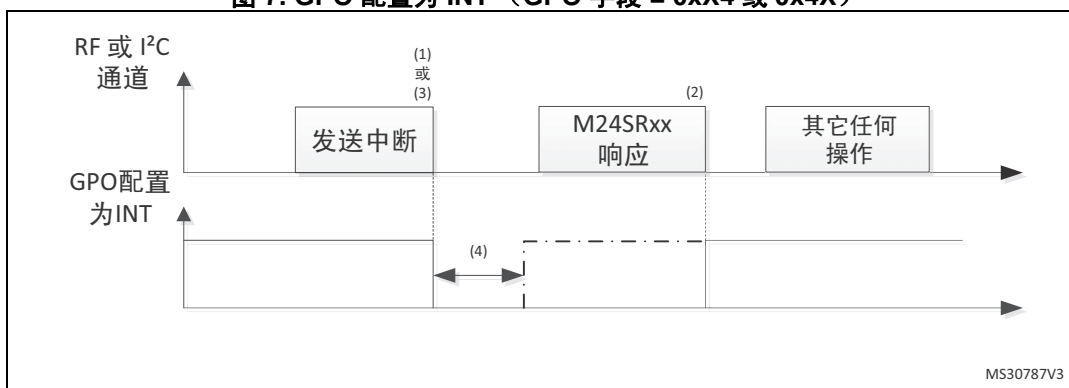
1. CmdEOFtoGPlow（RF 指令帧结束到 GPO 低）
2. 写入时间期间

### 2.7.5 INT 中断的配置 (GPO 字段 = 0xX4 或 0x4X)

I<sup>2</sup>C或RF主机可在GPO板上发送负脉冲。在该指令结束时，GPO板转到低状态。在M24SR64-Y 响应结束时，它转到高状态。

在 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话期间，当 M24SR64-Y 收到有效中断指令时，M24SR64-YGPO 引脚在 RF 中 (1) 或 (3) 后被驱动为低并持续 (4) 时长，或在 I2C 中响应 (2) 后被驱动为低。之后 GPO 引脚释放。

图 7. GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0xX4 或 0x4X)



MS30787V3

1. CmdSTPtoGPlow (I2C 指令停止到 GPO 低)
2. 在 NewCmdIbFB (新 I2C 指令首字节的最后位) 之后  
或  
在 AnswerIbFB (I2C 应答首字节的最后位) 之后
3. CmdEOFtoGPlow (RF 指令帧结束到 GPO 低)
4. GPO 脉冲时间

## 2.7.6 状态控制的配置（GPO 字段 = 0xX5 或 0x5X）

当 GPO 配置为状态控制时，I<sup>2</sup>C 或 RF 主机可通过发送专用指令来控制 GPO 的状态。

在 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话期间，M24SR64-Y 可控制 GPO 引脚。当收到有效的 Set GPO 指令后，在时延（1）或（3）之后，GPO 引脚被驱动为低。在有效的 Reset 指令或关机后，GPO 将释放。

图 8. GPO 配置为状态控制（GPO 字段 = 0xX5 或 0x5X）



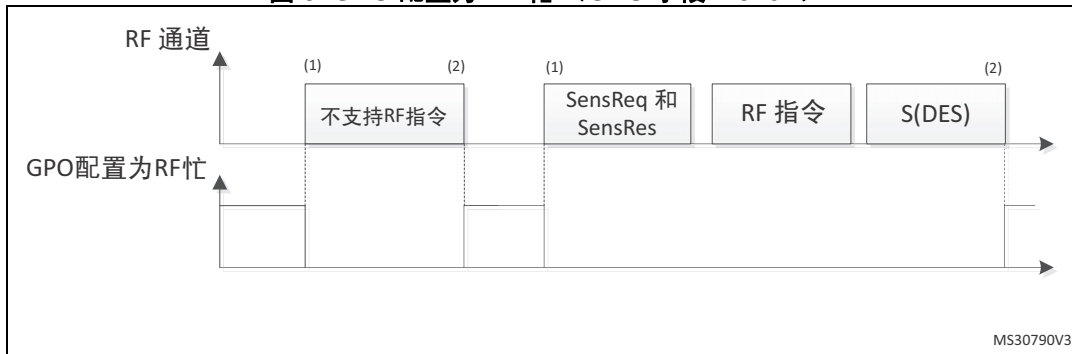
1. CmdSTPtoGPlow (I2C Set GPO 指令停止到 GPO 低)
2. CmdSTPtoGPHZ (I2C Reset GPO 指令停止到 GPO HZ)
3. CmdEOFtoGPlow (RF Set GPO 指令帧结束到 GPO 低)
4. CmdEOFtoGPHZ (RF Reset GPO 指令帧结束到 GPO HZ)

### 2.7.7 RF 忙的配置 (GPO 字段 = 0x6X)

在 GPO 配置为 RF 忙的情况下，当 M24SR64-Y 正在处理 RF 指令或当 RF 会话正在进行时，GPO 转到低状态。

当 RF 场存在时，在 M24SR64-Y 检测到第一条指令的时延 (1) 之后，GPO 被驱动为低。如果 RF 会话正在进行且 M24SR64-Y 收到不支持的指令，则 GPO 保持为低。仅在 RF 会话末尾，(2) 之后才会释放它。

图 9. GPO 配置为 RF 忙 (GPO 字段 = 0x6X)



- 1. CmdSOFtoGPlow (RF 指令帧开始到 GPO 低)
- 2. CmdEOFtoGPHZ (RF 指令帧结束到 GPO HZ)

## 3 M24SR64-Y 存储器管理

### 3.1 存储器结构

M24SR64-Y 支持 NFC 论坛 4 类标签中定义的 NDEF 标签应用。M24SR64-Y 包含三个文件

- 一个性能容器文件
- 一个 NDEF 文件
- 一个系统文件：这是 ST 专有文件

系统文件含有 M24SR64-Y 设备配置的一些信息。CC 文件给出了 M24SR64-Y 自身及 NDEF 文件的一些信息。NDEF 文件含有用户数据。

#### 3.1.1 文件标识符

文件标识符是用在“Select”指令中的值，用以选择文件。

表 3. 文件标识符

文件标识符	意义
0xE101	系统文件
0xE103	CC 文件
0x0001	NDEF 文件

#### 3.1.2 CC 文件布局

CC 文件给出了 M24SR64-Y 及 NDEF 文件的一些信息。此文件对 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机只读，无法通过写指令更改。

T 字段、读访问及写访问字段可由 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机更改，方法是发出特定流程（参考[第 8 节：功能流程](#)）。

表 4. 1 个 NDEF 文件的 CC 文件布局

文件偏移	意义	数值	注释
0x0000	CC 文件的字节数	0x000F	15 字节
0x0002	映射版本 <sup>(1)</sup>	0x20 或 0x10	V 2.0 或 V 1.0
0x0003	最大可读字节数	0x00F6	246 字节
0x0005	最大可写字节数	0x00F6	246 字节
0x0007	NDEF 文件控制 TLV	0x04 <sup>(2)</sup>	T 字段
0x0008		0x06	L 字段
0x0009		0x0001	文件 ID
0x000B		0x2000	最大 NDEF 文件大小
0x000D		0x00 <sup>(2)</sup>	读访问
0x000E		0x00 <sup>(2)</sup>	写访问

1. 根据读卡器。

2. 交付状态

### 3.1.3 NDEF 文件布局

NDEF 文件含有 NDEF 消息，其中含有用户数据。RF 主机或 I<sup>2</sup>C 主机可读写文件内的数据。名为 NDEF 消息长度的前两字节定义了 NDEF 消息的大小。该 NDEF 消息长度应该由应用管理，M24SR64-Y 设备并不会检查它的值是否与 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机写入的数据有关。M24SR64-Y 设备使用 NDEF 消息长度，例如只有在 NDEF 消息内才能处理标准读取；否则，M24SR64-Y 设备返回错误码。有关读指令的更多详细信息，请参考 [第 5.6.7 节：ReadBinary 指令](#)。

表 5. NDEF 文件布局

文件偏移	字节 0	字节 1	字节 2	字节 3
0x0000	NDEF 消息长度		用户数据	用户数据
0x0004	用户数据	用户数据	用户数据	用户数据
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
0x1FFF	...	...	...	用户数据

### 3.1.4 系统文件布局

系统文件详细说明了 M24SR64-Y 的配置。表 6 列出了不同的字段。

表 6. 字段列表

文件偏移	字段名称	字节数	读访问	写访问	交付状态 <sup>(1)</sup>
0x0000	系统文件长度	2	I <sup>2</sup> C 或 RF	-	0x0012
0x0002	I <sup>2</sup> C 保护	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	I <sup>2</sup> C <sup>(2)</sup>	0x01
0x0003	I <sup>2</sup> C 看门狗	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	I <sup>2</sup> C <sup>(2)</sup>	0x00
0x0004	GPO	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	I <sup>2</sup> C <sup>(2)</sup>	0x11
0x0005	ST 保留	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	I <sup>2</sup> C <sup>(2)</sup>	0x00
0x0006	RF 使能	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	I <sup>2</sup> C <sup>(2)</sup>	0x01
0x0007	NDEF 文件号 (RFU)	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	无	0x00
0x0008	UID	7	I <sup>2</sup> C 或 RF	无	0x0284 xx xx xx xx xx <sup>(3)</sup>
0x000F	存储器容量	2	I <sup>2</sup> C 或 RF	无	0x1FFF
0x0011	产品码	1	I <sup>2</sup> C 或 RF	无	0x84

1. 所有密码的交付状态 = 0x00000000000000000000000000000000。
2. 当 I<sup>2</sup>C 保护字段设为无保护状态，或当正确收到了正确的 I<sup>2</sup>C 密码时，得到访问权限（参见第 3.5 节：I<sup>2</sup>C 密码）。
3. x 值由 ST 定义，以确保 UID 的唯一性。

表 7. GPO 字段的详细信息

文件偏移	b7	b6-b4	b3	b2-b0
0x0004				
RFU				
当 RF 会话打开时:				
0b000: 高阻抗				
0b001: 会话打开				
0b010: WIP				
0b011: MIP				
0b100: 中断				
0b101: 状态控制				
0b110: RF 忙				
0b111: RFU				
RFU				
当 I <sup>2</sup> C 会话打开时:				
0b000: 高阻抗				
0b001: 会话打开				
0b010: WIP				
0b011: I <sup>2</sup> C 应答就绪				
0b100: 中断				
0b101: 状态控制				
0b110: RFU				
0b111: RFU				

表 8. RF 会话字段的详细信息

文件偏移	b7	b6-b4	b3-b0
0x0004			
RFU			
当 RF 会话打开时:			
0b001: 会话打开			
RFU			



表 9 给出了 ST 保留字段的详细信息。

表 9. ST 保留字段的详细信息

文件偏移	b7-b0
0x0005	
0x00	

表 10 给出了 RF 使能字段的详细信息。

表 10. RF 使能字段的详细信息

文件偏移	b7	b6-b4	b3	b2-b1	b0
0x0006					
0: RF 场关 <sup>(1)</sup> 1: RF 场开 <sup>(1)</sup>					
RFU					
0: RF 禁用板为低状态 <sup>(1)</sup> 1: RF 禁用板为高状态 <sup>(1)</sup>					
RFU					
0: M24SR64-Y 没有解出从 RF 接口收到的指令 1: M24SR64-Y 解出了从 RF 接口收到的指令					

1. 此字段由 M24SR64-Y 写入。

## 3.2 对存储器的读写访问权限

可锁定 NDEF 文件的读或写访问。它还由 128 位的密码保护，当访问 NDEF 文件前，主机应该提供此密码。共有两个 128 位的密码，一个用于读访问，另一个用于写访问。

可永久锁定 NDEF 文件的读或写访问。这样的话，主机就无法访问 NDEF 文件。

在读取读锁定的 NDEF 文件之前，应该将读密码发送到 M24SR64-Y 设备。

在写入写锁定的 NDEF 文件之前，应该将写密码发送到 M24SR64-Y 设备。更改读或写访问权限需要发送写密码。为 NDEF 文件定义了读或写访问权限。

### 3.2.1 读写访问权限的状态

CC 文件中的两个字节用于定义 NDEF 文件的读或写访问权限。详情请参阅 [第 3.1.2 节: CC 文件布局](#)。

表 11. 读访问权限

数值	意义
0x00	无任何安全措施读访问
0x80	锁定 <sup>(1)</sup>
0xFE	无读权限

1. 在读入 NDEF 文件之前，应该发送读密码。

表 12. 写访问权限

数值	意义
0x00	无任何安全措施的写访问
0x80	锁定 <sup>(1)</sup>
0xFF	无写权限

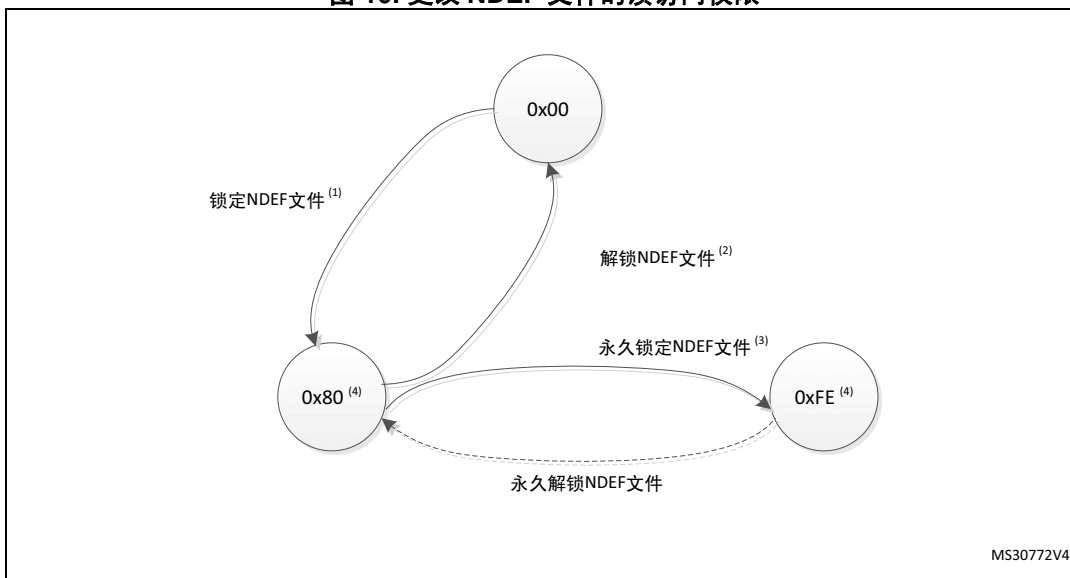
1. 在写入 NDEF 文件之前，应该发送写密码。

无法使用读或写密码更改状态 0xFF 及 0xFE。

### 3.2.2 更改 NDEF 文件的读访问权限

图 1 上的状态图显示了如何更改访问权限以读取 NDEF 文件。

图 10. 更改 NDEF 文件的读访问权限

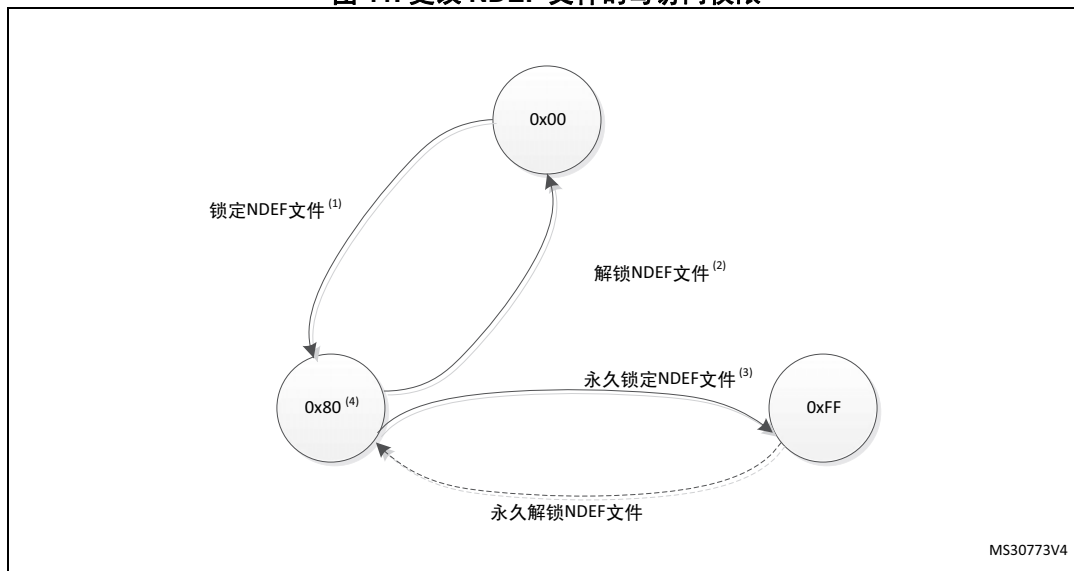


1. 见锁定读访问权限的流程（第 8.4 节：锁定 NDEF 文件）。
2. 见解锁读访问权限的流程（第 8.5 节：解锁 NDEF 文件）。
3. 见永久锁定读访问权限的流程（第 8.6 节：达到 NDEF 文件的只读状态）。
4. 专有状态，NFC 论坛 4 类标签未定义。

### 3.2.3 更改 NDEF 文件的写访问权限

图 1 上的状态图显示了如何更改 NDEF 文件的写访问权限。

图 11. 更改 NDEF 文件的写访问权限



1. 见锁定写访问权限的流程。
2. 见解锁写访问权限的流程。
3. 见永久锁定写访问权限的流程（第 8.6 节：达到 NDEF 文件的只读状态）。
4. 专有状态，NFC 论坛 4 类标签未定义。

### 3.3 访问权限的有效时间

当选择 NDEF 文件，或 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话结束之前，会确认访问权限的有效时间。一旦授予了读或写访问权限，主机可发送一个或多个 ReadBinary 或 UpdateBinary 指令。

在会话末尾，或当主机选择了另一个文件时，会初始化读或写访问权限。

### 3.4 NDEF 文件密码

NDEF 文件密码保护了 RF 或 I<sup>2</sup>C 接口与 NDEF 文件之间的读或写访问权限。

每个 NDEF 文件有两个 NDEF 文件密码：

- 读密码
- 写密码

密码长度为 128 位（16 字节）。

## 3.5 I<sup>2</sup>C 密码

只有 I<sup>2</sup>C 主机才能发送 I<sup>2</sup>C 密码。它可激活超级用户权限。具有超级用户权限的 I<sup>2</sup>C 主机能够

- 不管是何访问权限，不需要发送 NDEF 文件密码，就能访问 NDEF 文件。
- 不管当前状态如何，都能更改访问权限。

I<sup>2</sup>C 密码长度为 128 位（16 字节）。

### 3.5.1 系统文件的 I<sup>2</sup>C 密码和 I<sup>2</sup>C 保护字段

系统文件中的 I<sup>2</sup>C 保护字段可设为：

- 0x00：I<sup>2</sup>C 主机具有超级用户访问权限，不需要发送 I<sup>2</sup>C 密码
- 0x01：发送 I<sup>2</sup>C 密码后，I<sup>2</sup>C 主机具有超级用户访问权限

有关系统文件布局的更多详细信息，请参考 [第 3.1.4 节：系统文件布局](#)。

## 4 通信机制

本章说明了 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机与 M24SR64-Y 设备之间的通信原理。

### 4.1 主和从

M24SR64-Y 在 I<sup>2</sup>C 总线或 RF 通道上表现为从设备，因此它等待从 I<sup>2</sup>C 主设备或 RF 主机来的指令，之后发送响应。

RF 主机应该生成 RF 场及 RF 指令。

I<sup>2</sup>C 主机应该通过 V<sub>CC</sub> 引脚对 M24SR64-Y 供电，它应该在 SCL 板上生成 I<sup>2</sup>C 时钟。

### 4.2 M24SR64-Y 会话机制

M24SR64-Y 为动态 NFC/RFID 标签，可通过 RF 或 I<sup>2</sup>C 接口对其进行访问。M24SR64-Y 实现了令牌系统。此令牌有两个可能值，RF 或 I<sup>2</sup>C。当令牌存在并分配给一个接口（RF 或 I<sup>2</sup>C）时，M24SR64-Y 无法与另一主机通信。

#### 4.2.1 RF 令牌

一旦防冲突完成，该令牌会发给 RF 接口。释放条件可为 RF 场切断，或收到取消选择指令，或 I<sup>2</sup>C 主机发送 KillRFsession。

#### 4.2.2 I<sup>2</sup>C 令牌

当 I<sup>2</sup>C 主机发送了正确的设备选择指令时，该令牌会发给 I<sup>2</sup>C 接口。释放条件可为 V<sub>CC</sub> 引脚的掉电条件，或从 I<sup>2</sup>C 主机收到取消选择指令。释放之后 M24SR64-Y 转到待机功耗模式。

## 5 I<sup>2</sup>C 和 RF 指令集

M24SR64-Y 的指令集可分为不同的指令族。大多数指令都对 RF 和 I<sup>2</sup>C 接口通用。一些指令专用于 RF 接口，还有一些指令专用于 I<sup>2</sup>C 接口。本节说明了 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机可发出的 M24SR64-Y 指令集。

共有三个指令族：

- NFC 论坛 4 类标签指令集
- ISO/IEC 7816-4 指令集
- 专有指令集

NFC 论坛 4 类标签指令集和 ISO/IEC 7816-4 指令集使用 I-Block 格式。有关 I-Block 格式的更多详细信息，请参考 [第 5.2 节: I-Block 格式](#)。

还有两种其它的指令格式：

- 使用 R-Block 格式的指令
- 使用 S-Block 格式的指令

有关这些格式的更多详细信息，请参考相应章节：[第 5.3 节: R-Block 格式](#)和 [第 5.4 节: S-Block 格式](#)。

本节给出了 RF 和 I<sup>2</sup>C 主机通用指令的简介。这些指令集的格式为 I-Block 格式。

[表 13](#) 列出了 RF 和 I<sup>2</sup>C 指令集。

**表 13. RF 和 I<sup>2</sup>C 指令集**

指令集族	指令名	类字节	指令码	简介
NFC 论坛 4 类标签	NDEF Tag Application Select	0x00	0xA4	NDEF Tag Application Select
	CC select	0x00	0xA4	选择 CC 文件
	NDEF select	0x00	0xA4	选择 NDEF 文件
	System select	0x00	0xA4	选择系统文件
	ReadBinary	0x00	0xB0	从文件读取数据
	UpdateBinary	0x00	0xD6	向 NDEF 文件写入或擦除数据
ISO/IEC 7816- 4-5	Verify	0x00	0x20	检查 NDEF 文件权限或发送密码
	ChangeReferenceData	0x00	0x24	更改读或写密码
	EnableVerificationRequirement	0x00	0x28	激活密码安全
	DisableVerificationRequirement	0x00	0x26	禁用密码安全
ST 专有	EnablePermanentState	0xA2	0x28	使能只读或只写安全状态
ST 专有	ExtendedReadBinary	0xA2	0xB0	从文件读取数据

## 5.1 指令集结构

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机与 M24SR64-Y 之间的数据交互使用三种数据格式，称为块：

- I-Block: 交互指令及响应
- R-Block: 交互正或负回应
- S-Block: 使用 Deselect 指令或 Frame Waiting eXtension (WTX) 指令或响应

本节说明了 I-Block、R-block 及 S-Block 的结构。此格式用于应用指令集。

## 5.2 I-Block 格式

I-Block 用于在 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机与 之间交互数据。它包含三个字段。表 14 给出了 I-Block 格式的详细信息。

表 14. I-Block 格式

名称	SoD		净负荷	EoD
	PCB	DID	0	CRC
长度	1 字节	1 字节	1 至 251 字节	2 字节
PCB 字段				
DID 字段 (可选)				
RF 或 I <sup>2</sup> C 主机到 M24SR64-Y: C-APDU M24SR64-Y 到 RF 或 I <sup>2</sup> C 主机: R-APDU				
2 个 CRC 字节				

表 15. I-Block 格式的 PCB 字段

	b7-b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
	0b00	0	0	X	0	1	X
I-Block							
RFU							
必须设为 0							
DID 字段, 如果位被置位							
必须设为 0							
必须设为 1							
块号							

当 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机向 M24SR64-Y 发送指令时, 净负荷格式为 C-APDU。

当 M24SR64-Y 向 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机发送指令时, 净负荷格式为 R-APDU。

### 5.2.1 C-APDU: 指令的净负荷格式

C-APDU 格式用于 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机向 M24SR64-Y 发送指令。[表 16](#) 说明了它的格式。

表 16. C-APDU 格式

名称	净负荷字段						
	CLA	INS	P1	P2	LC	数据	Le
长度	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	Lc 字节	1 字节
类字节 0x00: 标准指令 0xA2: ST 指令							
指令字节							
参数字节 1							
参数字节 2							
数据字段的字节数							
数据字节							
读入 M24SR64-Y 存储器的字节数							



### 5.2.2 R-APDU：响应的净负荷格式

M24SR64-Y 使用 I-Block 格式来响应 I-Block 格式的指令。此格式在表 17 中说明。

表 17. R-APDU 格式

名称	净负荷字段		
	数据（可选）	SW1	SW2
长度	Le 字节	1 字节	1 字节
数据			
状态字节 1			
状态字节 2			

### 5.3 R-Block 格式

R-Block 用于在 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机与 M24SR64-Y 之间传送正或负回应。

表 18. R-Block 格式

PCB	CRC
R(ACK) 没有 DID 字段：0xA2 或 0xA3 R(ACK) 有 DID 字段：0xAA 或 0xAB R(NAK) 没有 DID 字段：0xB2 0xB3 R(NAK) 有 DID 字段：0xBA 0xBB	2 个 CRC 字节

有两种 R-Block：

- R(ACK)：RF 或 I<sup>2</sup>C 主机或 M24SR64-Y 发出的回应块
- R(NAK)：RF 或 I<sup>2</sup>C 主机或 M24SR64-Y 发出的否定回应块

表 19. R-Block 详细格式

	b7-b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
	0b10	1	X	X	0	0	X
R-Block							
RFU							
0: NAK 1: ACK							
0: 不存在 DID 字段 1: 存在 DID 字段							
必须设为 0							
RFU							
块号							

## 5.4 S-Block 格式

S-Block 用于在读卡器和非接触式标签之间交互控制信息。

表 20. S-Block 格式

NFC 帧	SoD			EoD
	PCB	DID	净负荷	CRC
长度	1 字节	1 字节	1 至 255 字节	2 字节
0xC2: 用于 S(DES), DID 字段不存在 0xCA: 用于 S(DES), DID 字段存在 0xF2: 用于 S(WTX), DID 字段不存在 0xFA: 用于 S(WTX), DID 字段存在				
DID 字段 (可选)				
WTX 字段 <sup>(1)</sup>				
2 个 CRC 字节				

1. 当 b5-b4 位被置为 0b11 时, 此字段存在 (S-Block 为 WTX)。见 [表 21: S-Block 详细格式](#)。

有两个请求使用 S-Block 格式:

- S(DES): 取消选择指令
- S(WTX): Waiting Frame eXtension 指令或响应。  
在 RF 或 I<sup>2</sup>C 中, 当 M24SRxx 需要的工作时间大于 9.6 ms 时, Waiting Time eXtension 请求出现。  
WTX 字段指出了此指令执行中使用的增加因子 (FDTtemp = WTX \* 9.6 ms)。

表 21. S-Block 详细格式

	b7-b6	b5-b4	b3	b2	b1	b0
	0b11	X	X	0	1	0
S-Block						
0b00: 取消选择 0b11: WTX						
0: 不存在 DID 字段 1: 存在 DID 字段						
-						
RFU						
RFU						

注: 在收到取消选择指令之后, 会话释放, M24SR64-Y 进入待机功耗模式。

为响应 RATS 指令, M24SR64-Y 返回 FWI 参数 (使用默认帧等待时间); 当 M24SR64-Y 需要更多时间执行指令时, 它请求帧等待时间扩展, 方法是响应 0xF2 0xWTX (请求等待时间 = FWI \* WTX)。如果读卡器接受了 M24SR64-Y 请求, 它会发送指令 0xF2 0xWTX 进行回应。仅当前指令的帧等待时间变为 FWI \* WTX。

## 5.5 I<sup>2</sup>C 和 RF 帧的 CRC

两个 CRC 字节校验 RF 主机或 I<sup>2</sup>C 主机和 M24SR64-Y 之间的数据传输。对于 RF 帧, CRC 由帧中的所有数据位算出, 但不包括奇偶校验位、SOF 和 EOF、以及 CRC 本身。

对于 I<sup>2</sup>C 帧, CRC 由帧中的所有数据位算出, 但不包括设备选择及 CRC 本身。

CRC 如 ISO/IEC 13239 所定义。初始寄存器内容应为 0x6363, 计算后, 寄存器内容不应反转。

## 5.6 NFC 论坛 4 类标签协议

### 5.6.1 指令集

NFC 论坛 4 类标签协议的指令对 RF 和 I<sup>2</sup>C 通用。

表 22. 指令集概述

指令名	简介
NDEF Tag Application Select	选择 NDEF 标签应用
Capability Container Select	使用 Select 指令, 选择性能容器 (CC)
NDEF Select	选择 NDEF 文件
System File Select	选择系统文件
ReadBinary	从文件读取数据
UpdateBinary	向文件写新数据

## 5.6.2 状态和错误码

本节列出了 M24SR64-Y 的状态和错误码。

表 23. M24SR64-Y 的状态码

	SW1	SW2	注释
数值	0x90	0x00	指令成功完成

表 24. M24SR64-Y 的错误码

	SW1	SW2	注释
<b>长度</b>	<b>1 字节</b>	<b>1 字节</b>	
数值	0x62	0x80	文件溢出 (Le 错误)
数值	0x62	0x82	读取 Le 字节之前, 达到了文件或记录末尾
数值	0x63	0x00	需要密码
数值	0x63	0xCX	密码错误, 可再试 X 次 (X 值可为 0、1、2)
数值	0x65	0x81	更新不成功
数值	0x67	0x00	错误的长度
数值	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
数值	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	0x69	0x84	参考数据不可用
数值	0x6A	0x80	错误参数 Le 或 Lc
数值	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	0x6A	0x84	文件溢出 (Lc 错误)
数值	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	0x6D	0x00	不支持 INS 字段
数值	0x6E	0x00	不支持类别

### 5.6.3 NDEF Tag Application Select 指令

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机应发送此指令以激活 NDEF 标签应用。

要激活 NDEF 标签应用，除了 NFC 论坛数字协议中定义的流程，RF 主机还要发送 Select 指令（参见表 25）。

要激活 NDEF 标签应用，除了 GetSession 或 Kill RF session 指令，I<sup>2</sup>C 主机还要发送 Select 指令（参见表 25）。

表 25 定义了选择 NDEF 标签应用使用的 Select 指令的 C-APDU（称作 NDEF Tag Application Select）。

表 25. NDEF Tag Application Select 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
数值	0x00	0xA4	0x04	0x00	0x07	0xD27600 00850101	0x00
类字节							
选择指令码							
P1 字段							
P2 字段							
数据的字节数							
应用 ID							
Le 字段							

表 26 定义了 NDEF Tag Application Select 指令的 R-APDU。

表 26. NDEF Tag Application Select 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x6A	0x82	未找到 NDEF 标签应用
数值	-	0x6D	0x00	不支持类别

### 5.6.4 Capability Container Select 指令

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机使用 Capability Container Select 流程来选择性能容器（CC）文件。

当此指令在 R-APDU 中返回“指令完成”时，就选择了 CC 文件。表 27 定义了选择 CC 文件的 Select 指令的 C-APDU（称作 Capability Container Select）。

表 27. Capability Container Select 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
数值	0x00	0xA4	0x00	0x0C	0x02	0xE103	-
类字节							
选择指令码							
P1 字段							
P2 字段							
数据的字节数							
CC 文件 ID							
-							

表 28 定义了 CC Select 指令的 R-APDU。

表 28. Capability Container Select 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6D	0x00	不支持类别

### 5.6.5 NDEF Select 指令

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机使用 NDEF Select 指令以选择 NDEF 文件。

当此指令在 R-APDU 中返回“指令完成”时，就选择了 NDEF 文件。表 29 定义了选择 NDEF 文件的 Select 指令的 C-APDU（称作 NDEF Select）。

表 29. NDEF Select 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
数值	0x00	0xA4	0x00	0x0C	0x02	0x000X	-
类字节							
选择指令码							
P1 字段							
P2 字段							
数据的字节数							
0x0001: 第一个 NDEF 文件							
-							

表 30 定义了 NDEF Select 指令的 R-APDU。

表 30. NDEF Select 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用

### 5.6.6 System File Select 指令

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机使用此指令来选择系统文件。

当此指令在 R-APDU 中返回“指令完成”时，就选择了系统文件。

表 31 定义了选择系统文件指令的 C-APDU（称作 System Select）。

表 31. System File Select 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
	0x00	0xA4	0x00	0x0C	0x02	0xE101	-
类字节							
选择指令码							
P1 字段							
P2 字段							
数据的字节数							
系统文件 ID							
-							

表 32 定义了 System File Select 指令的 R-APDU。

表 32. System File Select 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x6A	0x82	未找到性能容器，无数据返回

### 5.6.7 ReadBinary 指令

收到 ReadBinary 指令后，M24SR64-Y 会读取请求的存储器字段，并把它在 R-APDU 响应中发送回去。

在发送 ReadBinary 指令之前，应该先使用 Select 指令选择文件。

当要读取的数据位于所选的文件内时，ReadBinary 指令的响应为成功<sup>(a)</sup>；换句话说，成功条件是 P1-P2 与 Le 字段的和小于等于所选文件的长度。

表 33 定义了 ReadBinary 指令。

表 33. ReadBinary 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0xB0	2 字节	-	-	1 字节
类字节						
读指令码						
在所选文件中的偏移						
-						
-						
读取的字节数，范围是 0x01 ≤ Le ≤ 最大值（所选文件的长度，0xF6）						

表 34 定义了 ReadBinary 指令的 R-APDU。

表 34. ReadBinary 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	读取内容	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x67	0x00	错误的长度
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

### 5.6.8 UpdateBinary 指令

收到 UpdateBinary 指令后，M24SR64-Y 将数据字段写入所选的文件，并在 R-APDU 响应中发送回状态。如果需要，M24SR 会请求时间扩展（参见第 5.4 节）。

在发送 UpdateBinary 指令之前，应该先发出 Select 指令选择文件。

a. 有关 CC 文件的更多详细信息，请参考第 3.1.2 节：CC 文件布局。  
有关 NDEF 文件的更多详细信息，请参考第 3.1.3 节：NDEF 文件布局。  
有关系统文件的更多详细信息，请参考第 3.1.4 节：系统文件布局。



表 35 定义了 UpdateBinary 指令。

表 35. UpdateBinary 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0xD6	2 字节	1 字节	Lc 字节	-
类字节						
写指令码						
在所选文件中的偏移						
数据的字节数 ( $0x01 \leq Lc \leq 0xF6$ )						
写入 M24SR64-Y 存储器中的数据						
-						

表 36 定义了 UpdateBinary 指令的 R-APDU。

表 36. UpdateBinary 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x65	0x81	更新不成功
数值	-	0x67	0x00	错误的长度
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

注： 若需了解更多返回码和定义，请参考[状态和错误码](#)。

## 5.7 ISO/IEC 7816-4 指令

ISO/IEC 7816-4 指令集提供了一些扩展特性，例如保护 NDEF 文件。此指令集用于管理 NDEF 文件的访问权限。

### 5.7.1 Verify 指令

Verify 指令有两个功能：

1. 检查访问 NDEF 文件是否需要密码（LC 字段 = 0x00）。
2. 检查 Verify 指令内的密码是否允许访问存储器（Lc 字段 = 0x10 并且存在密码）。

当 Lc 字段等于 0x00 时，如果访问 NDEF 文件不需要密码，则 verify 指令会返回成功码（0x90 00）。当 NDEF 文件的访问已受保护时，Verify 指令的响应会返回错误码（0x63 00）。

当 Lc 字段等于 0x10 时，收到 Verify 指令后，M24SR64-Y 会将需要的密码和请求中包含的数据进行比较，并在响应中报告该操作是否成功。

在发送此指令之前，应该先发出 NDEF Select 指令选择 NDEF 文件。因此，此指令检查的是最后所选 NDEF 文件的访问权限。

当指令成功之后，会授予整个 NDEF 文件的访问权限。

表 37 定义了 Verify 指令。

表 37. Verify 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0x20	2 字节	1 字节	Lc 字节	-
类字节						
指令码						
密码标识						
0x0001: NDEF 读密码传输						
0x0002: NDEF 写密码传输						
0x0003: I <sup>2</sup> C 密码传输 <sup>(1)</sup>						
其它: RFU						
0x00: 不存在密码						
0x10: 在数据字段中存在密码						
密码						
-						

1. 只有 I<sup>2</sup>C 主机才能发出此代码。

表 38 定义了 Verify 指令的 R-APDU。

表 38. Verify 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成，密码正确
数值	-	0x69	0x85	不满足使用条件（例如没有选择 NDEF 文件）
数值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x80	指令数据字段中的参数不正确
数值	-	0x63	0x00	需要密码
数值	-	0x63	0xCX <sup>(1)</sup>	发送的密码不正确，X 表示可继续尝试的次数。
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

1. 每次会话，RF 或 I<sup>2</sup>C 主机都可检查 3 次密码。

## 5.7.2 Change Reference Data 指令

Change Reference Data 指令替换之前所选 NDEF 文件的读或写密码。只有安全状态满足此指令的安全属性，它能够执行。

在发送此指令之前，应该先发送具有正确 NDEF 写密码的 verify 指令。因此，此指令会更改 NDEF 文件的参考数据。

表 39 定义了 Change Reference Data 指令。

表 39. Change reference data 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0x24	2 字节	1 字节	Lc 字节	-
类字节						
指令码						
密码标识						
0x0001: 读密码传输						
0x0002: 写密码传输						
0x0003: I <sup>2</sup> C 密码传输 <sup>(1)</sup>						
其它: RFU						
0x10: 在数据字段中存在密码						
NDEF 文件或 I <sup>2</sup> C 密码						
-						

1. 只有 I<sup>2</sup>C 主机才能发出此代码。

表 40 定义了 Change Reference Data 指令的 R-APDU。

表 40. Change Reference Data 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	0	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成，访问权限已变更
数值	-	0x69	0x81	指令不兼容 文件结构
数值	-	0x65	0x81	更新不成功
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

### 5.7.3 Enable Verification Requirement 指令

Enable Verification Requirement 指令会激活 NDEF 文件的密码保护。当此指令成功时，NDEF 文件的读或写访问权限由 128 位的密码保护。只有安全状态满足此指令的安全属性，它能够执行。

此指令能够通过写入 EEPROM 来更新 NDEF 文件的访问权限。在这种情况下，响应时间将大约是 5 ms。

在发送此指令之前，应该先发送具有正确 NDEF 写密码的 verify 指令。因此，此指令会更改 NDEF 文件的访问权限。

表 41 定义了 Enable Verification requirement 指令。

表 41. Enable Verification Requirement 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0x28	2 字节	-	-	-
类字节						
指令码						
新安全属性						
0x0001: 使能 NDEF 文件的读保护						
0x0002: 使能 NDEF 文件的写保护						
其它: RFU						
-						
-						
-						

最后五位标识了 Verify 指令中发送的密码。

表 42 定义了 Enable Verification Requirement 指令的 R-APDU。

表 42. Enable Verification Requirement 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	0	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成，密码正确
数值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误

#### 5.7.4 Disable Verification Requirement 指令

该 Disable Requirement 指令会取消激活 NDEF 文件的密码保护。当此指令成功时，会授予 NDEF 文件的读或写访问权限，没有安全要求。只有安全状态满足此指令的安全属性，它才能够执行。

在发送此指令之前，应该先发送具有正确 NDEF 写密码的 verify 指令。因此，此指令会更改 NDEF 文件的访问权限。

此指令能够通过写入 EEPROM 来更新 NDEF 文件的访问权限。在这种情况下，响应时间将大约是 6 ms。

表 43 定义了 Disable Verification Requirement 指令。

表 43. Disable Verification Requirement 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
	0x00	0x26	2 字节	-	-	-
类字节						
指令码						
新安全属性						
0x0001: 禁用 NDEF 文件的读保护						
0x0002: 禁用 NDEF 文件的写保护						
其它: RFU						
-						
-						
-						

表 44 定义了 Disable Verification Requirement 指令的 R-APDU。

表 44. Disable Verification Requirement 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	0	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成，密码正确
数值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别
数值	-	0x65	0x81	更新失败

## 5.8 ST 专有指令集

可向 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机发送本章所述的指令集。

### 5.8.1 ExtendedReadBinary 指令

收到 ExtendedReadBinary 指令后，M24SR64-Y 会读取请求的存储器字段，并把它的值在 R-APDU 响应中发送回去。

在发送 ExtendedReadBinary 指令之前，应该先发出 NDEF select 指令选择文件。

即使要读取的数据位于 NDEF 消息之外，ExtendedReadBinary 指令的响应也会是成功。如果要读取的数据位于存储器规划之外，指令会返回错误码。

表 45. ExtendedReadBinary 指令的 C-APDU

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	0xA2	0xB0	2 字节	-	-	1 字节
ST 类字节						
读指令码						
在所选文件中的偏移						
-						
-						
-						
要读取的字节数，范围是 0x01 ≤ Le ≤ 0xF6						

表 46 定义了该“读二进制”指令的 R-APDU。

表 46. ExtendedReadBinary 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	Le 字节	1 字节	1 字节	-
数值	读取内容	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x67	0x00	错误的长度
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

## 5.8.2 EnablePermanentState 指令

该指令将 NDEF 文件配置为只读或只写状态。

此指令能够通过写入 EEPROM 来更新 NDEF 文件的访问权限。在这种情况下，响应时间将大约是 6 ms。

表 47 定义了 EnablePermanentState 需求指令。

表 47. EnablePermanentState 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	0xA2	0x28	2 字节	-	-	-
类字节						
指令码						
新安全属性						
0x0001: 使能 NDEF 文件的读保护						
0x0002: 使能 NDEF 文件的写保护						
其它: RFU						
-						
-						
-						
-						

表 48 定义了 EnablePermanentState 指令的 R-APDU。

表 48. EnablePermanentState 指令的 R-APDU 表

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x65	0x81	更新失败

表 48. EnablePermanentState 指令的 R-APDU 表 (continued)

	数据	SW1	SW2	注释
数值	-	0x67	0x00	错误的长度
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
数值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

### 5.8.3 DisablePermanentState 指令

该指令将 NDEF 文件配置为锁定状态。

此指令能够通过写入 EEPROM 来更新 NDEF 文件的访问权限。在这种情况下，响应时间将为 6 ms 左右。此指令仅在 I<sup>2</sup>C 中有效。必须有超级用户权限才能执行该指令。

在发送此指令之前，应该先发出 NDEF Select 指令选择 NDEF 文件。

表 49 定义了 DisablePermanentState 需求指令。

表 49. DisablePermanentState 指令格式

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	0xA2	0x26	2 字节	-	-	-
类字节						
指令码						
新安全属性						
0x0001: 禁用 NDEF 文件的读保护						
0x0002: 禁用 NDEF 文件的写保护						
其它: RFU						
-						
-						
-						

表 50 定义了 DisablePermanentState 指令的 R-APDU。

表 50. DisablePermanentState 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	指令完成
数值	-	0x65	0x81	更新失败
数值	-	0x67	0x00	错误的长度
数值	-	0x69	0x82	不满足安全状态



表 50. DisablePermanentState 指令的 R-APDU (continued)

	数据	SW1	SW2	注释
数值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

#### 5.8.4 SendInterrupt 指令

收到 SendInterrupt 指令后，M24SR64-Y 会在 GPO 引脚上生成负脉冲。它在该指令结束后开始，在 RF 响应结束后结束。

在发送此指令之前，应该先发出 System Select 指令选择系统文件。

表 51 定义了 SendInterrupt 指令。

表 51. SendInterrupt 指令格式

	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	1 字节	1 字节	2 字节	1 字节	-	-
数值	0xA2	0xD6	0x001E	0x00	-	-

表 52 说明了 SendInterrupt 指令的 R-APDU。

表 52. SendInterrupt 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	中断已经发送
数值	-	0x6A	0x80	GPO 未配置为中断模式
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

#### 5.8.5 StateControl 指令

收到具有复位值：数据 0x00 的 StateControl 指令后，M24SR64-Y 将 GPO 引脚驱动为低。收到具有置位值：数据 0x01 的 StateControl 指令后，M24SR64-Y 释放 GPO 引脚返回至 HZ。

在发送此指令之前，应该先发出 System Select 指令选择系统文件。

表 53 定义了 State Control 指令。

表 53. StateControl 指令格式

	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	1 字节	1 字节	2 字节	1 字节	-	-
复位值	0xA2	0xD6	0x001F	0x01	0x00	-
置位值	0xA2	0xD6	0x001F	0x01	0x01	-

表 54. StateControl 指令的 R-APDU

	数据	SW1	SW2	注释
长度	-	1 字节	1 字节	-
数值	-	0x90	0x00	置位或复位已经发送
数值	-	0x6A	0x80	GPO 未配置为 StateControl 模式
数值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
数值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
数值	-	0x6E	0x00	不支持类别

## 5.9 RF 专有指令集

本节说明了只能由 RF 主机发出的指令集。

### 5.9.1 Anticollision 指令集

表 55 列出了只能由 RF 主机发出的指令。这些指令的格式在 NFC 论坛数字协议规范中说明。

表 55. RF 主机发出的指令

指令集族	指令名	指令码
NFC-A 技术	ALL_REQ	0x52 <sup>(1)</sup>
	SENS_REQ	0x26 <sup>(1)</sup>
	SDD_REQ	0x93 或 0x95 或 0x97
	SEL_REQ	0x93 或 0x95 或 0x97
	SLP_REQ	0x50

1. 7 位编码。

### 5.9.2 RATS 指令和 ATS 响应

RATS 指令和 ATS 响应用于 NFC 论坛 4A 类标签平台设备激活（如 NFC 论坛数字协议规范所定义）。

表 56 详细说明了 RATS 指令。此指令应该在防冲突流程之后发送。

表 56. RATS 指令

名称	INS	参数		CRC
字节字段	0xE0	1 字节		2 字节
位字段		b7-b4	b3-b0	
指令码				
FSDI				
DID (0 ≤ DID ≤ 14)				
2 个 CRC 字节				

FSDI 字段对 FSD 进行编码，它定义了 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机能够接收的最大量。表 57 给出了从 FSDI 到 FSD 的转换。

表 57. 从 FSDI 到 FSD 的转换

FSDI	0x0	0x1	0x2	0x3	0x4	0x5	0x6	0x7	0x8	0x9h-0xE	0xF
FSD	16	24	32	40	48	64	96	128	256	RFU	256

DID 字段定义了寻址的 M24SR64-Y 值。

表 58. ATS 响应

名称	TL	T0	TA (1)	TB (1)		TC (1)	CRC
字节字段	0x05	0x78	1 字节	1 字节		0x02	2 字节
位字段				b8-b5	b4-b1		
ATS 响应的长度							
FSCI = 256 字节							
最大上行数据率为 106 kbps 最大下行数据率为 106 kbps							
FWI 字段 (当 TB = 0x50 时为 9.6 ms)							
SFGI 字段 (当 TB = 0x50 时为 302 μs)							
支持 DID							
2 个 CRC 字节							

FSCI 编码 FSC，它表示 M24SR64-Y 可接收的最大帧大小。M24SR64-Y 可接收最大 256 字节的指令。如果 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机发送了大于 256 字节的指令，则 M24SR64-Y 无法处理该指令，不做响应。

FWI 表示取整的帧等待时间，它编码 FWT。此时间对应于 RF 或 I<sup>2</sup>C 主机在发送下一条指令之前，可进行发送的最长时间。

SFGI 表示启动帧保护时间，它是读卡器在收到 M24SR64-Y 的响应后，应该等待的最短时间。

### 5.9.3 PPS 指令和响应

PPS（协议和参数选择）指令和响应的定义请参见 ISO/IEC 14443-4，PICC A 类协议激活。  
 PPS 指令能够更改上行（RF 主机到 M24SR64-Y）数据率和下行（M24SR64-Y 到 RF 主机）数据率。

表 59. PPS 指令

-	名称	INS		PPS0	PPS1			CRC
	字节字段	0xDX		0x11	1 字节			2 字节
	位字段	b7-b4	b3-b0		0b0000	b3-b2	b1-b0	
INS	指令码							
	DID							
	PPS1 存在							
PPS1	RFU							
	下行数据率							
	上行数据率							
	2 个 CRC 字节							

应依照表 60 中的说明，编码上下行数据率。

表 60. 上下行数据率编码

数值	0b00	0b01	0b10	0b11
数据率	106 kbps	RFU	RFU	RFU

当 M24SR64-Y 可更改这两个方向的数据率时，它返回下述响应。此响应的数据率为 106 kbps；在这之后 M24SR64-Y 更改上下行数据率。

表 61 给出了 PPS 响应的详细信息。

表 61. PPS 响应

名称	INS	-	PPS0
字节字段	0xDX	-	0x11
位字段	b8-b5	b4-b1	
响应码			
DID 字段			
2 个 CRC 字节			

## 5.10 I<sup>2</sup>C 专用指令集

表 62 列出了只能由 I<sup>2</sup>C 主机发出的指令。

表 62. I<sup>2</sup>C 专用指令

指令名	格式	类字节	指令码	简介
GetI2Csession	-	-	0x26	当没有 RF 会话时，打开 I <sup>2</sup> C 会话
KillRFsession	-	-	0x52	关闭 RF 会话并打开 I <sup>2</sup> C 会话

### 5.10.1 GetI2Csession 指令

GetI2Csession 指令会在没有 RF 会话时，打开 I<sup>2</sup>C 会话。

表 63 定义了 SendInterrupt 指令。

表 63. GetI2Csession 指令格式

	INS
长度	1 字节
数值	0x26

GetI2Csession 指令不创建响应。

当 RF 会话正在进行时，M24SRxx 将不会回应该指令。

当没有 RF 会话时，M24SRxx 会回应该指令，并打开 I<sup>2</sup>C 会话。

### 5.10.2 KillRFsession 指令

KillRFsession 关闭 RF 会话，并打开 I<sup>2</sup>C 会话。

表 64 定义了 KillRFsession 指令。

表 64. KillRFsession 指令格式

	INS
长度	1 字节
数值	0x52

KillRFsession 指令不创建响应。当设备回应该指令时，RF 会话关闭。

**小心：** 不保证 RF 指令成功完成。

## 6 RF 设备操作

### 6.1 RF 接口的 Anticollision 和 Device Activation 指令集

M24SR64-Y 设备支持 NFC 数字协议 V1.0 规范的 NFC-A 技术和 4A 类标签平台章节中定义的指令集。

### 6.2 打开 RF 会话

当 RF 主机终止了防冲突过程并得到 ATS 响应后，它应该发送 SelectApplication 指令。M24SR64-Y 将打开 RF 会话。此时，RF 主机可发送应用指令集，I<sup>2</sup>C 如果不使用 I<sup>2</sup>C KillRFsession 指令先关闭 RF 会话，将无法与 M24SR64-Y 通信。

### 6.3 关闭 RF 会话

RF 主机可通过如下方法之一关闭 RF 会话：

- 发送 S (DES) 指令
- 关闭 RF 场

### 6.4 应用指令集

应用指令集由下列指令集组成：

- NFC 论坛 4 类标签指令集
- ISO/IEC 7816-4 指令集
- 专有指令集

## 7 I<sup>2</sup>C 设备操作

M24SR64-Y 设备支持 I<sup>2</sup>C 协议。控制数据传输的设备称为总线主设备，另一方称为从设备。只有总线主设备才能发起数据传输，它也为同步提供了串行时钟。M24SR64-Y 设备在所有通信中都为从设备。

### 7.1 I<sup>2</sup>C 通信协议

I<sup>2</sup>C 通信建立于指令与响应的交互系统上。I<sup>2</sup>C 主机通过发送请求开始通信。当 M24SR64-Y 设备收到有效请求后，进行内部操作，并创建应答。

此文档定义，除了 GetI2C session 和 Kill RF session 指令，有效请求的定义为具有正确 CRC 值的指令。

图 12 显示了 I<sup>2</sup>C 主机与 M24SR64-Y 之间的指令与响应交互。I<sup>2</sup>C 会话打开后，I<sup>2</sup>C 主机可发送指令。该指令构成为：

- 设备选择字段，R/W 位为 0。
- 指令字段。

M24SR64-Y 收到每个字节都会回应。

M24SR64-Y 准备好发送应答后，I<sup>2</sup>C 主机应当：

- 发送设备选择字段，R/W 位为 1。
- 释放 SDA 线，发送 SCL 时钟。

I<sup>2</sup>C 主机收到每个字节都会回应。

图 12. 指令与响应的交互



图例：

- S 为 I<sup>2</sup>C 开始位序列
- P 为 I<sup>2</sup>C 停止位序列
- R/W 为设备选择的第 8 位。

注：M24SR64-Y 不支持指令与响应交互期间的重启。

指令之后，I<sup>2</sup>C 主机可执行轮询流程，以确定何时响应。

轮询流程：循环 < START (S) + 设备选择, RW=0 + 读 NACK/ACK + STOP (P) >  
一旦 M24SR64-Y 发送 ACK 之后，响应可用（主机读取将为“0”）。

## 7.2 开始条件

开始条件的标志为串行数据（SDA）的下降沿，此时串行时钟（SCL）稳定为高状态。开始条件必须先于任何数据传输指令。设备连续监控（除了在指令处理时）SDA 和 SCL，判断开始条件。除非给出 1，否则不会响应。

## 7.3 停止条件

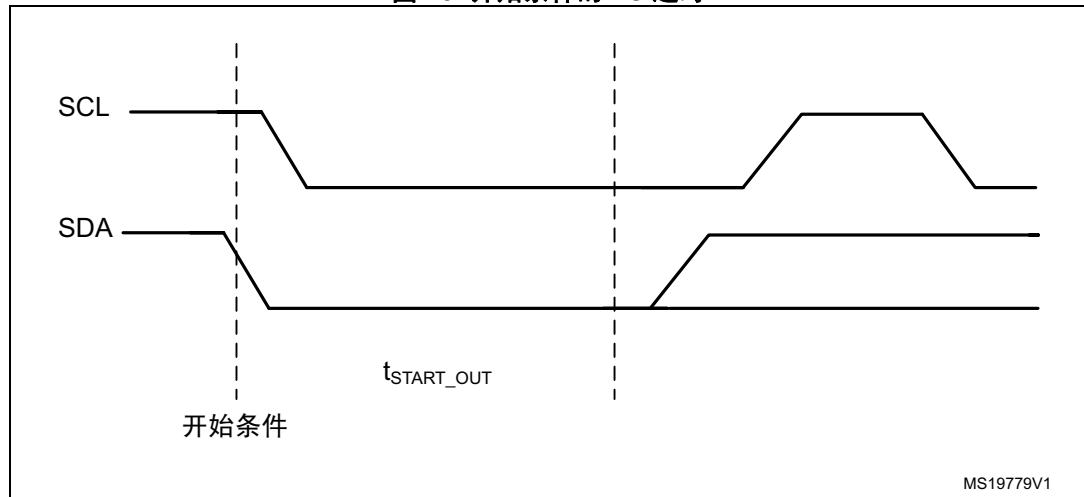
停止条件的标志为串行数据（SDA）的上升沿，此时串行时钟（SCL）稳定为高驱动。停止条件会终止设备与总线主设备间的指令。

## 7.4 开始条件的 I<sup>2</sup>C 超时

具有有效的开始条件后，I<sup>2</sup>C 开始与 M24SR64-Y 通信，随后是设备选择码。

如果开始条件与随后采样设备选择最高有效位的串行时钟（SCL）上升沿之间超过了  $t_{\text{START\_OUT}}$  时间，则 I<sup>2</sup>C 逻辑块复位，直到下一个有效开始条件之前，忽略进入的数据传输。

图 13. 开始条件的 I<sup>2</sup>C 超时



## 7.5 时钟周期的 I<sup>2</sup>C 超时

在 I<sup>2</sup>C 总线上的数据传输期间，如果串行时钟高脉冲宽度 High ( $t_{\text{CHCL}}$ ) 或串行时钟脉冲宽度 Low ( $t_{\text{CLCH}}$ ) 超过 表 76 中指定的最大值，I<sup>2</sup>C 逻辑时钟复位，直到下一个有效开始条件之前，忽略进入的数据传输。



## 7.6 回应位 (ACK)

回应位用于指示字节传输成功。无论是总线主设备还是从设备，在发送 8 位数据之后，总线发送器释放串行数据 (SDA)。在第 9 个时钟脉冲周期，接收器拉低 SDA，以确认接收到了八个数据位。

## 7.7 数据输入

在数据输入期间，设备在串行时钟 (SCL) 上升沿采样串行数据 (SDA)。对于正确的设备操作，SDA 必须在 SCL 上升沿期间稳定，只有 SCL 驱动为低时 SDA 信号才可发生变化。

## 7.8 I<sup>2</sup>C 设备地址

设备地址为 4 位组号与 3 位 I<sup>2</sup>C 地址的组合，如表 65 所示。

表 65. I<sup>2</sup>C 设备地址格式

	b7-b4	b3	b2	b1	b0
	0b1010	1	1	0	0bx
组号					
E2 位					
E1 位					
E0 位					
0 = 请求 1 = 应答					

## 7.9 I<sup>2</sup>C 帧格式

I<sup>2</sup>C 帧由三个字段组成：

1. SOD 字段：包含设备选择与 PCB。PCB 字段在 [第 5.2 节](#) 中详细说明。
2. 净负荷字段：包含指令及其参数，如 I<sup>2</sup>C 指令集所定义。
3. EOD 字段：包含两字节 CRC。CRC 由 SOD 算出，但不包括设备选择字节和净负荷字段。

表 66 显示了 I<sup>2</sup>C 帧格式。

表 66. I<sup>2</sup>C 帧格式

I <sup>2</sup> C 帧	SOD		净负荷	EOD
	0xAC 或 0xAD	1 字节	1 至 251 字节	2 字节
设备选择 0xAC: 向 M24SR64-Y 发送请求 0xAD: 读取 M24SR64-Y 的响应				
PCB 字段				
I <sup>2</sup> C 指令或 I <sup>2</sup> C 应答				
2 个 CRC 字节				

### 7.9.1 I<sup>2</sup>C 帧指令示例

#### NDEF Tag Application??

此例显示了 NDEF Tag Application Select 指令的 I<sup>2</sup>C 帧。表 67 中详细说明了 I<sup>2</sup>C 帧。

表 67. I<sup>2</sup>C 主机到 M24SR64-Y

字段	SOD		净负荷	EOD
数值	0xAC	0x02 或 0x03	指令字段	35 C0 或 DF BE
设备选择				
PCB 字段				
0x00 A4 00 07 02 D2 76 00 00 85 01 01				
2 个 CRC 字节				

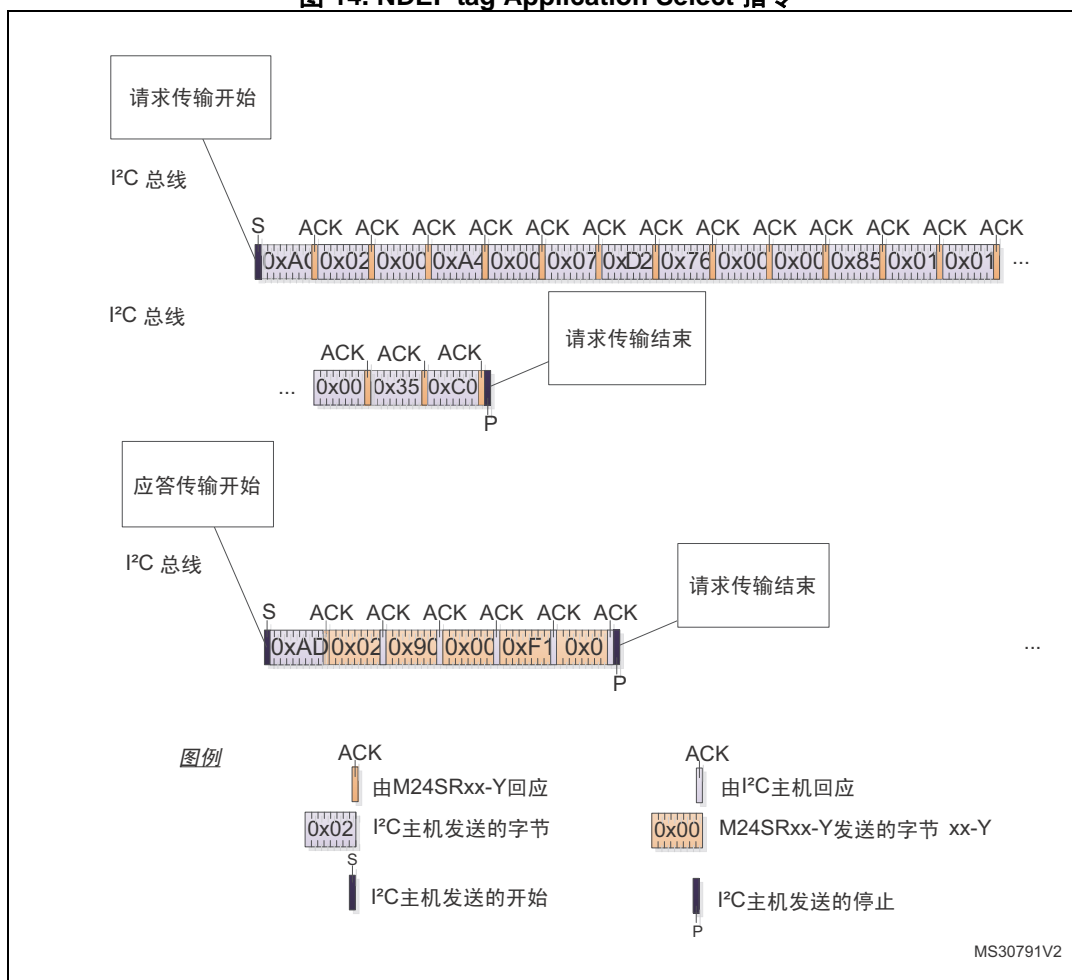
在发送新指令之前，I<sup>2</sup>C 主机可发送 I<sup>2</sup>C 帧，以读取 NDEF tag Application Select 指令的 M24SR64-Y 应答。

表 68. M24SR64-Y 到 I<sup>2</sup>C 主机

字段	SOD		净负荷	EOD
	I <sup>2</sup> C 主机到 M24SR64-Y	M24SR64-Y 到 I <sup>2</sup> C 主机		
数值	0xAD	0x02 或 0x03	0x90 00	F1 09 或 2D 53
设备选择				
PCB 字段				
I <sup>2</sup> C 指令				
2 个 CRC 字节				

图 14 显示了 NDEF tag Application Select 指令的 I<sup>2</sup>C 帧。

图 14. NDEF tag Application Select 指令



## 7.10 打开 I<sup>2</sup>C 会话

要打开 I<sup>2</sup>C 会话，I<sup>2</sup>C 主机应该发送 GetSession 指令或 KillRFsession 指令。GetSession 指令会在当前没有 RF 会话打开时，打开 I<sup>2</sup>C 会话。

KillRFsession 关闭当前可能存在的 RF 会话，并打开 I<sup>2</sup>C 会话。

当有 I<sup>2</sup>C 会话打开时，RF 主机无法与 M24SR64-Y 通信，无法关闭 I<sup>2</sup>C 会话。

## 7.11 关闭 I<sup>2</sup>C 会话

有三种方法可以关闭 I<sup>2</sup>C 会话：

- 关闭 Vcc 电源
- 发送 S (DES) 指令
- 当 I<sup>2</sup>C 看门狗使能时，等待它
- 等待 I<sup>2</sup>C 超时。

## 8 功能流程

本节说明了访问存储器或管理其保护的一些流程。

### 8.1 选择 NDEF 消息

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机应该采用此流程以检测 M24SR64-Y 内的 NDEF 消息。

NDEF 检测流程如下：

1. 打开 RF 或 I<sup>2</sup>C 会话
2. 发送 SelectNDEFTagApplication 指令
3. 选择 CC 文件
4. 读取 CC 文件
5. 选择 NDEF 文件。

### 8.2 NDEF 消息的读取

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机执行 NDEF 读流程以读取 NDEF 文件。

1. 使用 NDEF 检测流程，成功检测 NDEF 文件
2. 从 CC 文件提供的信息中，检查是否具有该 NDEF 文件的不加任何安全保护的读访问权限
3. 选择 NDEF 文件
4. 读取 NDEF 文件。

### 8.3 读取锁定的 NDEF 文件

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机执行此流程以读取之前锁定的 NDEF 文件。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用 Verify 指令，验证读密码
4. 读取 NDEF 文件中的数据。

### 8.4 锁定 NDEF 文件

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机执行此流程以保护 NDEF 文件。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 检查 CC 文件提供的访问权限
3. 选择 NDEF 文件
4. 使用 Verify 指令，传送 NDEF 文件的写密码
5. 通过发送 Enable verification 指令，锁定 NDEF 文件。

## 8.5 解锁 NDEF 文件

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机执行此流程以读取之前锁定的 NDEF 文件。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用 Verify 指令，验证 NDEF 文件的写密码或 I<sup>2</sup>C 密码
4. 通过发送 Disable verification 指令，解锁 NDEF 文件。

## 8.6 达到 NDEF 文件的只读状态

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机执行此流程以读取之前锁定的 NDEF 文件。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用 Verify 指令，传送 NDEF 文件的写密码或 I<sup>2</sup>C 密码
4. 发送 EnablePermanentState 指令，作为之前所选 NDEF 文件的写访问权限。

## 8.7 更改 NDEF 密码流程

RF 或 I<sup>2</sup>C 主机可使用此流程以更改一个 NDEF 密码。它可以是读或写密码。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用 Verify 指令，传送 NDEF 文件的写密码或 I<sup>2</sup>C 密码
4. 通过发送 ChangeReferenceData 指令更改密码。

## 9 UID: 唯一标识符

M24SR64-Y 由 7 字节的唯一标识符（UID）唯一标识。UID 为只读码，它包括：

- 1 字节的 IC 厂商码（意法半导体是 0x02）。
- 1 字节的产品码。
- 5 字节的设备号。

表 69 说明了 UID 格式。

表 69. UID 格式

	0x02	0x84	5 字节
IC 厂商码			
M24SR64-Y 产品码			
设备号			

## 10 最大额定值

如果对设备施加的压力超出了表 70 中列出的额定值，可能会对设备造成永久损坏。这些仅仅是压力额定值，并不表明设备可在这些条件或是任何其它超出本规格书工作原理章节指示的条件下工作。设备长时间处在绝对最大额定条件下可能影响设备的可靠性。

表 70. 绝对最大额定值

符号	参数		最小值	最大值	单位
$T_A$	环境工作温度		-40	85	°C
$T_{STG}$ , $h_{STG}$ , $t_{STG}$	存放条件	UV 载带上的 已切割晶圆	15	25	°C
				6 <sup>(1)</sup>	月
			以初始封装形式保存		
$T_{STG}$	存储温度	UFDFPN8, SO8, TSSOP8	-65	150	°C
$T_{STG}$	存储温度	已切割凸起晶 圆（保存于防 静电袋中）	15	25	°C
	保存时间			6	月
$T_{LEAD}$	焊接期间铅的温度	UFDFPN8, SO8, TSSOP8	见注释 <sup>(2)</sup>		°C
$V_{IO}$	I <sup>2</sup> C 输入或 输出范围		-0.50	6.5	V
$I_{CC}$ <sup>(3)</sup>	RF 供电电流 AC0 - AC1		-	100	mA
$V_{MAX\_1}$ <sup>(3)</sup>	RF 输入电压幅度处于 AC0 和 AC1 之间， GND 板浮空	VAC0-VAC1	-	10	V
$V_{MAX\_2}$ <sup>(3)</sup>	AC 电压处于 AC0 和 GND 之间，或 AC1 和 GND 之间	VAC0-GND 或 VAC1-GND	-0.5	4.5	V
$V_{ESD}$	静电放电电压（人体 模型） <sup>(4)</sup>	AC0-AC1	-	1000	V
$V_{ESD}$	静电放电电压（人体 模型） <sup>(4)</sup>	其它板	-	3500	V
$V_{ESD}$	静电放电电压（机器模型）		-	150	V

1. 从 ST 发货日期算起。
2. 与 JEDEC Std J-STD-020D（对应于小尺寸、Sn-Pb 或 Pb 装配）、ST ECOPACK® 7191395 规范、以及欧洲危险物质限制指令（ROHS 指令 2011/65/EU，2011 年 7 月）兼容。
3. 通过特性分析确定，未经生产测试。最大吸收功率 = 100 mW @ 7.5 A/m
4. AEC-Q100-002（与 JEDEC 标准 JESD22-A114A 兼容，C1 = 100 pF，R1 = 1500 Ω，R2 = 500 Ω）



## 11 I<sup>2</sup>C 直流和交流参数

本节概括了工作和测量条件，及 I<sup>2</sup>C 模式中设备的直流和交流特性。后续直流和交流特性表中的参数来自各测量条件下的测试，这些测量条件在相关的表中有概括。当设计人员引用直流和交流特性表中的参数时应检查其所设计电路的测量条件是否与表中描述的工作条件匹配。

表 71. I<sup>2</sup>C 工作条件

符号	参数	最小值	最大值	单位
V <sub>CC</sub>	电源电压	2.7	5.5	V
T <sub>A</sub>	环境工作温度	-40	85	°C

表 72. AC 测试测量条件

符号	参数	最小值	最大值	单位
C <sub>L</sub>	负载电容	100		pF
t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub>	输入上升和下降时间	-	50	ns
V <sub>hi-lo</sub>	输入电平	0.2 V <sub>CC</sub> 到 0.8 V <sub>CC</sub>		V
V <sub>ref(t)</sub>	输入和输出时序参考电平	0.3 V <sub>CC</sub> 到 0.7 V <sub>CC</sub>		V

图 15. AC 测试测量 I/O 波形

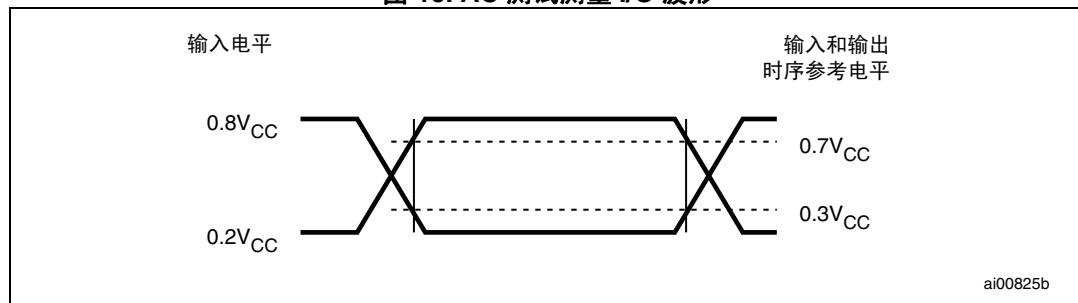


表 73. 输入参数

符号	参数	最小值	最大值	单位
C <sub>IN</sub>	输入电容 (SDA)	-	8	pF
C <sub>IN</sub>	输入电容 (其它引脚)	-	6	pF
t <sub>NS</sub>	脉冲宽度忽略 (SCL 和 SDA 上的输入滤波)	-	80	ns

表 74. I<sup>2</sup>C 直流特性

符号	参数	测试条件	最小值	最大值	单位
$I_{LI}$	输入泄漏电流 (SCL, SDA)	$V_{IN} = V_{SS}$ 或 $V_{CC}$ 设备处于待机模式	-	$\pm 2$	$\mu A$
$I_{LO}$	输出泄漏电流	SDA 处于 Hi-Z, 施加于 SDA 上的外部电压: $V_{SS}$ 或 $V_{CC}$	-	$\pm 2$	$\mu A$
$I_{CC0}$	待机功耗模式供电电流	$V_{CC} = 3.3 V$ , RF ON	-	30	$\mu A$
		$V_{CC} = 3.3 V$ , RF OFF	-	5	
		$V_{CC} = 5.5 V$ , RF ON	-	30	
		$V_{CC} = 5.5 V$ , RF OFF	-	5	
$I_{CC1}$	供电电流 (会话打开)	$V_{CC} = 3.3 V$ , RF ON	-	150	$\mu A$
		$V_{CC} = 3.3 V$ , RF OFF	-	150	
		$V_{CC} = 5.5 V$ , RF ON	-	150	
		$V_{CC} = 5.5 V$ , RF OFF	-	150	
$I_{CC2}$	供电电流 <sup>(1)</sup> (读二进制)	$V_{CC} = 3.3 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF ON <sup>(2)</sup>	-	250	$\mu A$
		$V_{CC} = 3.3 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF OFF <sup>(2)</sup>	-	200	
		$V_{CC} = 5.5 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF ON <sup>(2)</sup>	-	250	
		$V_{CC} = 5.5 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF OFF <sup>(2)</sup>	-	200	
$I_{CC3}$	供电电流 <sup>(1)</sup> (更新二进制)	$V_{CC} = 3.3 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF ON <sup>(2)</sup>	-	550	$\mu A$
		$V_{CC} = 3.3 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF OFF <sup>(2)</sup>	-	500	
		$V_{CC} = 5.5 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF ON <sup>(2)</sup>	-	550	
		$V_{CC} = 5.5 V$ ( $f_C = 1 MHz$ ), RF OFF <sup>(2)</sup>	-	500	
$V_{IL}$	输入低电压 (SDA, SCL)	$V_{CC} = 2.7 V$ $V_{CC} = 5.5 V$	-0.45	$0.3 V_{CC}$	V
$V_{IH}$	输入高电压 (SDA, SCL)	$V_{CC} = 2.7 V$ $V_{CC} = 5.5 V$	$0.7 V_{CC}$	6.5	V
$V_{IL}$	输入低电压 (RF 禁用)	$V_{CC} = 2.7 V$ $V_{CC} = 5.5 V$	-	0.45	V
$V_{IH}$	输入高电压 (RF 禁用)	$V_{CC} = 2.7 V$ $V_{CC} = 5.5 V$	1.4	-	V
$V_{OL}$	输出低电压 (SDA)	$I_{OL} = 3 mA$ , $V_{CC} = 5.5 V$	-	0.4	V
	输出低电压 (GPO)	$I_{OL} = 1 mA$ , $V_{CC} = 2.7$ 至 $5.5 V$	-	0.4	V

1. 仅定性。
2. 输入电平定义于图 15 中。

表 75. I<sup>2</sup>C 交流特性 (400 kHz)

表 71 中指定的测试条件 (基于设计仿真的初步数据)					
符号	其它	参数	最小值	最大值	单位
$f_C$	$f_{SCL}$	时钟频率	0.05	400	kHz
$t_{CHCL}^{(1)}$	$t_{HIGH}$	时钟脉冲宽度高	600	-	ns
$t_{CLCH}^{(2)}$	$t_{LOW}$	时钟脉冲宽度低	1300	-	ns
$t_{XH1XH2}$	$t_R$	输入信号上升时间	(3)	(3)	ns
$t_{XL1XL2}$	$t_F$	输入信号下降时间	(3)	(3)	ns
$t_{DL1DL2}$	$t_F$	SDA (出) 下降时间	20	300	ns
$t_{DXCX}$	$t_{SU:DAT}$	数据输入建立时间	100	-	ns
$t_{CLDX}$	$t_{HD:DAT}$	数据输入保持时间	0	-	ns
$t_{CLQX}$	$t_{DH}$	数据输出保持时间	100	-	ns
$t_{CLQV}^{(4)(5)}$	$t_{AA}$	时钟低到下次数据有效 (访问时间)	-	900	ns
$t_{CHDX}^{(6)}$	$t_{SU:STA}$	START(开始) 条件建立时间	600	-	ns
$t_{DLCL}$	$t_{HD:STA}$	启动条件保持时间	600	-	ns
$t_{CHDH}$	$t_{SU:STO}$	停止条件建立时间	600	-	ns
$t_{DHDL}$	$t_{BUF}$	停止条件与下次开始条件之间的时间	1300	-	ns
$t_W$	$t_{WR}$	一页中的 I <sup>2</sup> C 写入时间	-	5	ms
		最多 246 字节的 I <sup>2</sup> C 写入时间	-	150	ms
$t_{NS}^{(7)}$	-	脉冲宽度被忽略 (SCL 和 SDA 上的输入滤波)	-	80	ns

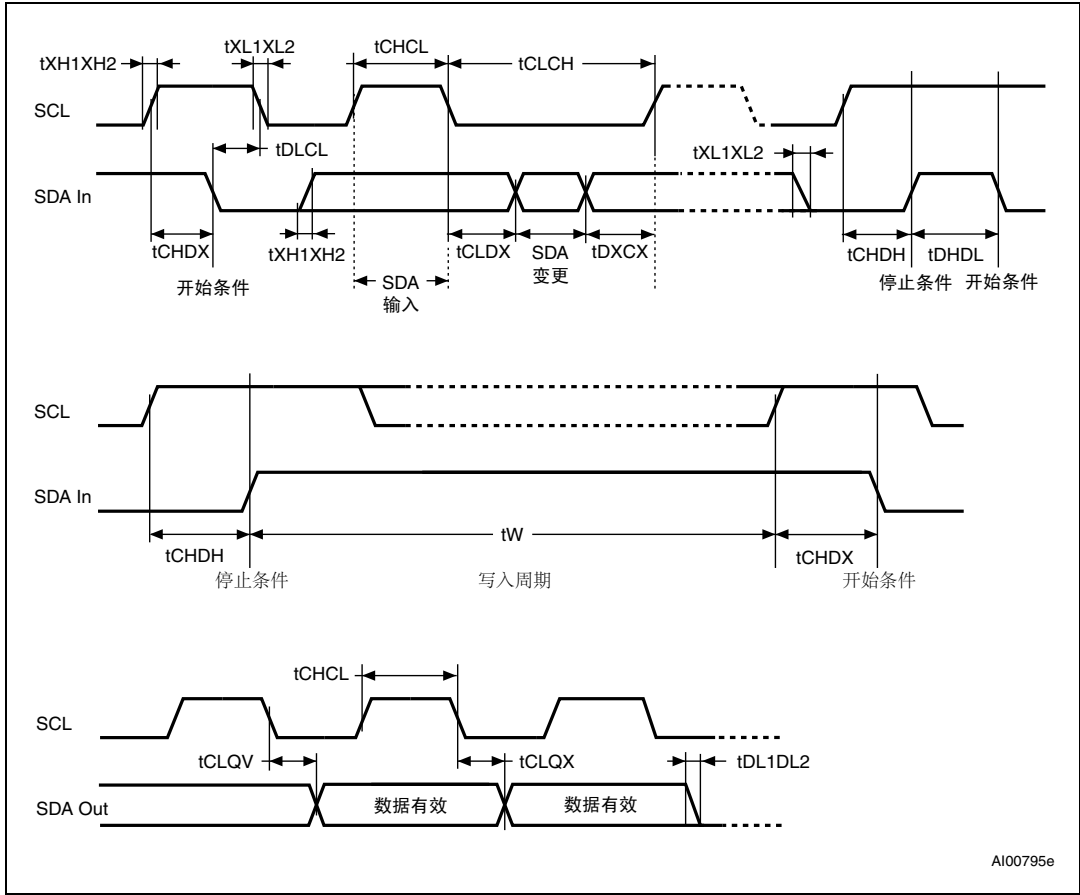
1.  $t_{CHCL}$  超时
2.  $t_{CLCH}$  超时
3. 无最小值或最大值 (输入信号上升及下降时间)。然而, I<sup>2</sup>C 规范建议, 当  $f_C < 400$  kHz 时, 输入信号上升及下降时间大于 20 ns, 小于 300 ns。
4. 为避免意外的开始和停止条件, 在 SCL=1 和 SDA 的下降或上升沿之间放入了最小时延。
5.  $t_{CLQV}$  为 SDA 总线达到  $0.8V_{CC}$  所需的时间 (从 SCL 的下降沿开始算), 这与 I<sup>2</sup>C 规范相符 (它规定了  $t_{SU:DAT}$  (最小) = 100 ns), 假设条件是  $R_{总线} \times C_{总线}$  时间常数小于 500 ns (按照图 17 的规定)。
6. 对应于重启条件, 或写周期之后。
7. 仅定性, 未在生产中测试。

表 76. I<sup>2</sup>C 交流特性 (1 MHz)

表 71 中指定的测试条件 (基于设计仿真的初步数据)					
符号	其它	参数	最小值	最大值	单位
$f_C$	$f_{SCL}$	时钟频率	0.05	1000	kHz
$t_{CHCL}^{(1)}$	$t_{HIGH}$	时钟脉冲宽度高	260	-	ns
$t_{CLCH}^{(2)}$	$t_{LOW}$	时钟脉冲宽度低	500	-	ns
$t_{XH1XH2}$	$t_R$	输入信号上升时间	(3)	(3)	ns
$t_{XL1XL2}$	$t_F$	输入信号下降时间	(3)	(3)	ns
$t_{DL1DL2}$	$t_F$	SDA (出) 下降时间	20	120	ns
$t_{DXCX}$	$t_{SU:DAT}$	数据输入建立时间	50	-	ns
$t_{CLDX}$	$t_{HD:DAT}$	数据输入保持时间	0	-	ns
$t_{CLQX}$	$t_{DH}$	数据输出保持时间	100	-	ns
$t_{CLQV}^{(4)(5)}$	$t_{AA}$	时钟低到下次数据有效 (访问时间)	-	450	ns
$t_{CHDX}^{(6)}$	$t_{SU:STA}$	START(开始) 条件建立时间	250	-	ns
$t_{DLCL}$	$t_{HD:STA}$	启动条件保持时间	250	-	ns
$t_{CHDH}$	$t_{SU:STO}$	停止条件建立时间	250	-	ns
$t_{DHDL}$	$t_{BUF}$	停止条件与下次开始条件之间的时间	500	-	ns
$t_W$	$t_{WR}$	一页中的 I <sup>2</sup> C 写入时间	-	5	ms
		最多 246 字节的 I <sup>2</sup> C 写入时间	-	150	ms
$t_{NS}^{(7)}$	-	脉冲宽度被忽略 (SCL 和 SDA 上的输入滤波)	-	80	ns

1.  $t_{CHCL}$  超时
2.  $t_{CLCH}$  超时
3. 无最小值或最大值 (输入信号上升及下降时间)。然而, I<sup>2</sup>C 规范建议, 当  $f_C < 1$  MHz 时, 输入信号上升及下降时间小于 120 ns。
4. 为避免意外的开始和停止条件, 在 SCL=1 和 SDA 的下降或上升沿之间放入了最小延迟。
5.  $t_{CLQV}$  为 SDA 总线达到  $0.8V_{CC}$  所需的时间 (从 SCL 的下降沿开始算), 这与 I<sup>2</sup>C 规范相符 (它规定了  $t_{SU:DAT}$  (最小) = 100 ns), 假设条件是  $R_{总线} \times C_{总线}$  时间常数小于 500 ns (按照图 17 的规定)。
6. 对应于重启条件, 或写周期之后。
7. 仅定性, 未在生产中测试。

图 16. I<sup>2</sup>C 交流波形



### 11.1 I<sup>2</sup>C 时间测量条件

图 17 表示了当 I<sup>2</sup>C 总线处于最大频率  $f_C = 400$  kHz 时，最大  $R_{bus}$  值与总线寄生电容 ( $C_{bus}$ ) 之间的关系。

图 17. 最大  $R_{bus}$  值,  $f_C = 400$  kHz

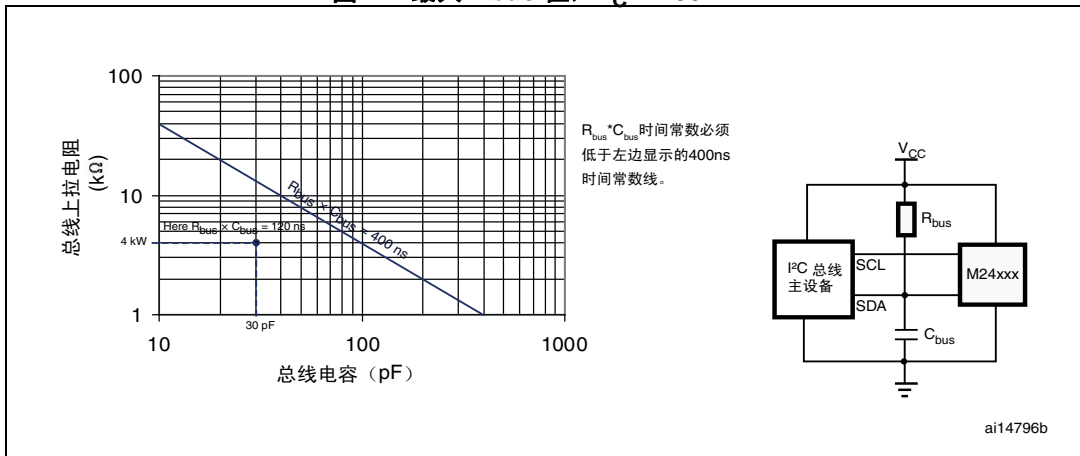


图 18 表示了当 I<sup>2</sup>C 总线处于最大频率  $f_C = 1 \text{ MHz}$  时，最大  $R_{bus}$  值与总线寄生电容 ( $C_{bus}$ ) 之间的关系。

图 18. 最大  $R_{bus}$  值，  $f_C = 1 \text{ MHz}$

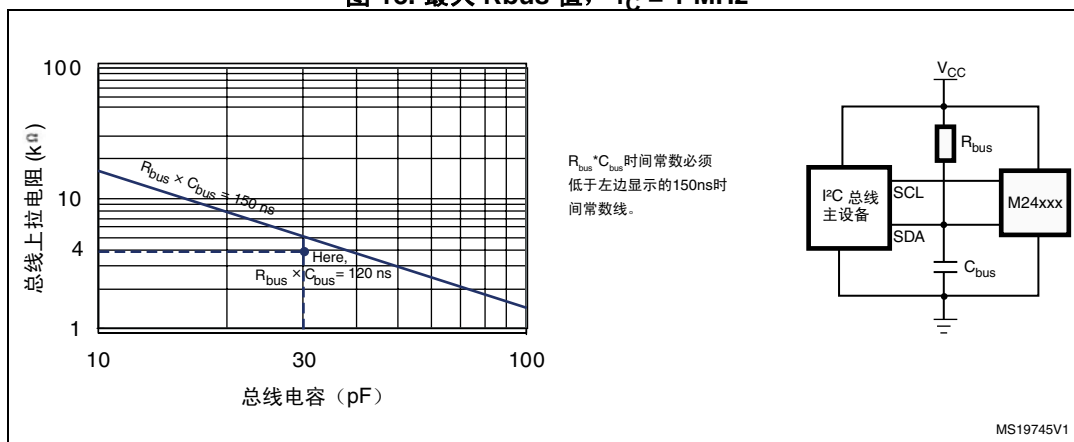


图 19. I<sup>2</sup>C 总线协议

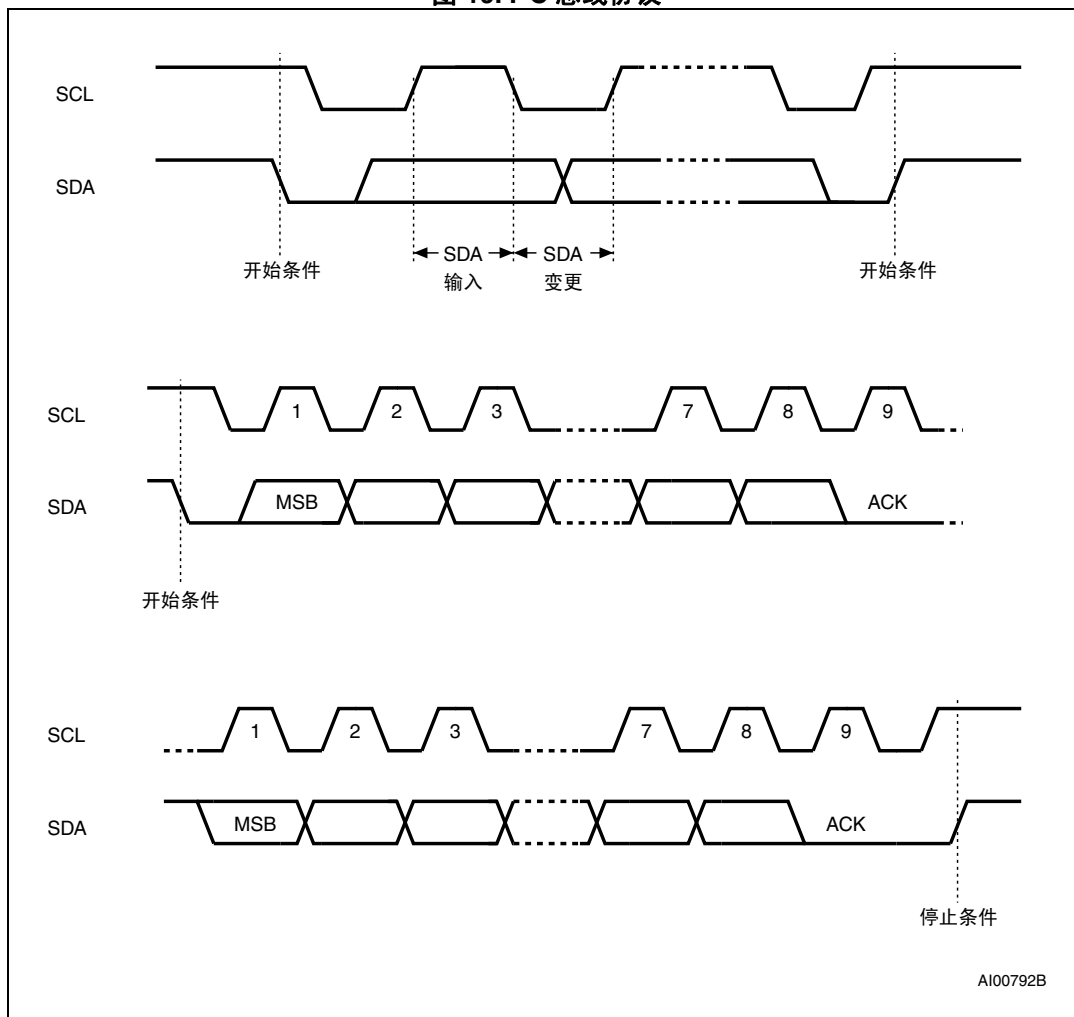


表 77. 设备选择码

	设备类型标识符 <sup>(1)</sup>				芯片使能地址			RW
	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
设备选择码	1	0	1	0	1	1	0	RW

1. 最高有效位 b7 先发。

## 12 GPO 参数

本节列出了各种配置的 GPO 时间。

表 78. GPO 时间测量<sup>(1)</sup>

GPO 字段		I/F	条件	命令	符号	典型值	单位
会话打开	0xX1	I <sup>2</sup> C	会话激活时 GPO 低	Kill session	CmdSTPtoGPlow	15*	μs
				Get session		* 对于 POR 之后的启动, 加 100 μs	15*
	0x1X	I <sup>2</sup> C	GPO 返回 HZ	Deselect	AnswerlBtoGPHZ	105	ns
		RF	会话激活时 GPO 低	NDEF select	CmdEOFtoGPlow	170	μs
		RF	GPO 返回 HZ	Deselect	CmdEOFtoGPHZ	370	μs
WIP	0xX2	I <sup>2</sup> C	编程时 GPO 低	Update Binary	CmdSTPtoGPlow	45	μs
		I <sup>2</sup> C			写入时间期间 (无时间扩展)	5	ms
	0x2X	RF	编程时 GPO 低	Update Binary	CmdEOFtoGPlow	75	μs
		RF			写入时间期间 (无时间扩展)	5	ms
应答就绪	0xX3	I <sup>2</sup> C	计算指令时 GPO 低	ReadBinary 或 UpdateBinary	CmdSTPtoGPlow	55 或 5	μs ms
		I <sup>2</sup> C	新指令时 GPO 返回 HZ	所有指令	NewCmdlBFB 或 AnswerlBFB 后	105	ns
消息正在处理	0x3X	RF	修改 NDEF 时 GPO 低	UpdateBinary (消息长度 #0)	CmdEOFtoGPlow	75	μs
		RF	修改 NDEF 时 GPO 低	UpdateBinary	写入时间期间 (无时间扩展)	5	ms
中断	0xX4	I <sup>2</sup> C	收到中断指令后 GPO 低	SendInterrupt	CmdSTPtoGPlow	50	μs
		I <sup>2</sup> C	GPO 返回 HZ	所有指令	NewCmdlBFB 或 AnswerlBFB 后	105	ns
	0x4X	RF	收到中断指令后 GPO 低	SendInterrupt	CmdEOFtoGPlow	75	μs
		RF			脉冲时长	540	μs
状态控制	0xX5	I <sup>2</sup> C	复位时 GPO 低	复位 GPO	CmdSTPtoGPlow	40	μs
		I <sup>2</sup> C	置位时 GPO 返回 HZ	置位 GPO	CmdSTPtoGPHZ	40	μs
	0x5X	RF	复位时 GPO 低	复位 GPO	CmdEOFtoGPlow	60	μs
		RF	置位时 GPO 返回 HZ	置位 GPO	CmdEOFtoGPHZ	60	μs



表 78. GPO 时间测量<sup>(1)</sup> (continued)

GPO 字段		I/F	条件	命令	符号	典型值	单位
RF 忙	0x6X	RF	收到 RF 指令后 GPO 低	Anticollision 指令 或开始 RF 干扰 (使用另一 RF 协 议的指令)	CmdSOFtoGPlow	6	μs
		RF	取消选择或另一协 议的 RF 指令后, GPO 返回 HZ	Deselect 或结束 RF 干扰 (使用 另一 RF 协议的 指令)	CmdEOFtoGPHZ	460	μs

1. 仅定性。

## 13 RF 电气参数

本节概括了工作和测量条件，及 RF 模式中设备的直流和交流特性。

后续直流和交流特性表中的参数来自各测量条件下的测试，在相关的表中概括介绍了这些测量条件。当设计人员引用直流和交流特性表中的参数时应检查其所设计电路的测量条件是否与表中描述的工作条件匹配。

表 79. 默认工作条件

符号	参数	最小值	最大值	单位
$T_A$	环境工作温度	-40	85	°C

表 80. RF 特性 (1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_C$	外部 RF 信号频率		13.553	13.56	13.567	MHz
H_ISO	根据 ISO 的工作场	$T_A = 0\text{ °C 到 } 50\text{ °C}$	1500	-	7500	mA/m
H_Extended	扩展温度范围中的工作场	$T_A = -40\text{ °C 到 } 85\text{ °C}$	500	-	7500	mA/m
MI_CARRIER	100% 载波调制指数	$MI=(A-B)/(A+B)$	90	-	100	%
$t_1$	暂停 A 长度	-	$28/f_C$	-	$40.5/f_C$	$\mu\text{s}$
$t_2$	暂停 A 低时间	-	$7/f_C$	-	$t_1$	$\mu\text{s}$
$t_3$	暂停 A 上升时间	-	$1.5 \times t_4$	-	$16/f_C$	$\mu\text{s}$
$t_4$	暂停 A 上升时间部分	-	0	-	$6/f_C$	$\mu\text{s}$
$t_{\text{MIN CD}}$	载波生成到第一个数据的最短时间	从 H 场最小值	-	-	5	ms
$W_t$	一页的 RF 写入时间 (包括内部验证)	-	-	6	-	ms
$C_{\text{TUN}}$	SO8 中的内部调谐电容 (2)	$f_C = 13.56\text{ MHz}$	22.5	25	27.5	pF
$t_{\text{RF\_OFF}}$	RF OFF 时间	芯片复位	-	-	5	ms

- 所有时间特性都是使用如下特性的参考天线执行的：  
外部尺寸：75 mm x 48 mm  
匝数：6  
导线宽度：0.6 mm  
两导线间距：0.6 mm  
SO8 中的调谐电容值：25 pF (M24SR64-Y)  
线圈值：5  $\mu\text{H}$   
调谐频率：14.2 MHz。
- 仅定性，仅室温，在 VAC0-VAC1 = 2 V 峰峰下测量，13.56 MHz。

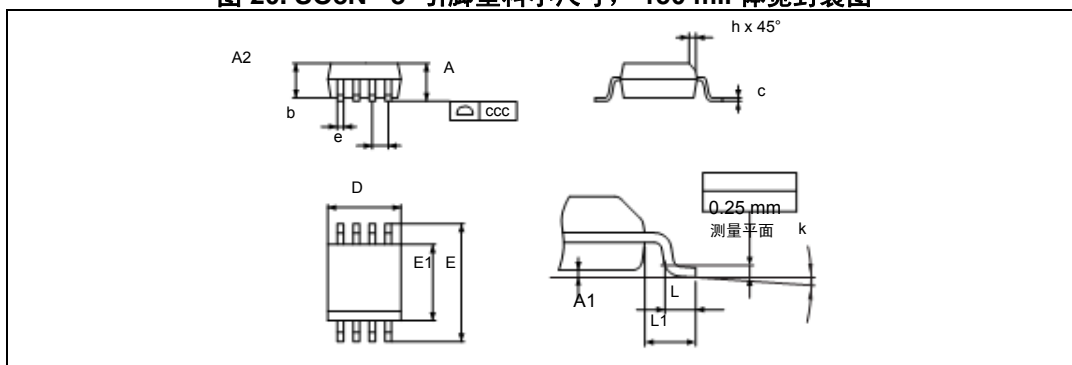
## 14 封装机械数据

为满足环境要求，意法半导体为这些器件提供了不同等级的 ECOPACK® 封装，具体取决于它们的环保合规等级。ECOPACK® 规范，级别定义和产品状态请查阅网页：[www.st.com](http://www.st.com)。

ECOPACK® 是意法半导体的商标。

### 14.1 SO8N 封装的机械数据

图 20. SO8N - 8- 引脚塑料小尺寸，150 mil 体宽封装图



1. 图纸未按比例绘制。

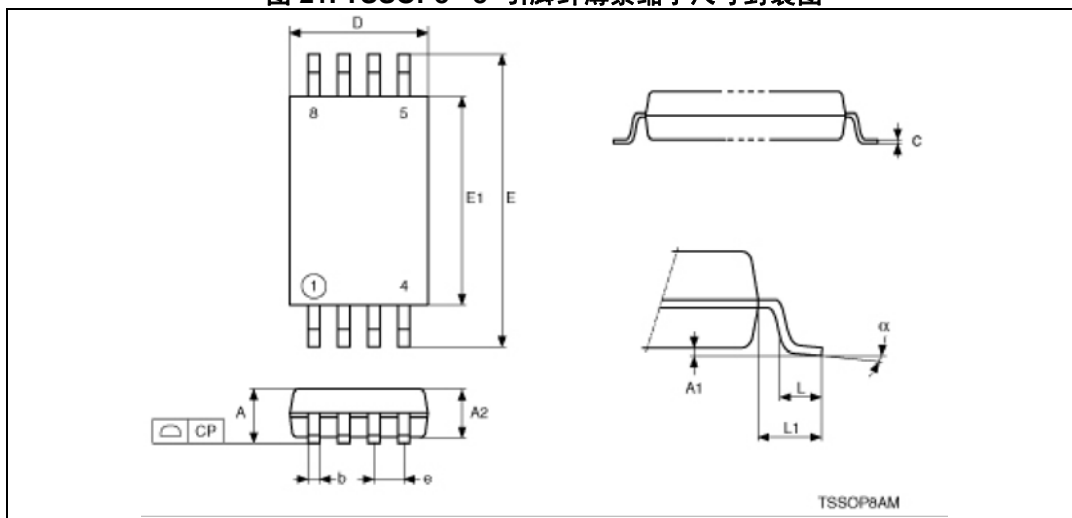
表 81. SO8N - 8- 引脚塑料小尺寸，150 mil 体宽封装数据

符号	毫米			英寸 <sup>(1)</sup>		
	典型值	最小值	最大值	典型值	最小值	最大值
A	-	-	1.750	-	-	0.0689
A1	-	0.100	0.250	-	0.0039	0.0098
A2	-	1.250		-	0.0492	
b	-	0.280	0.480	-	0.0110	0.0189
c	-	0.170	0.230	-	0.0067	0.0091
ccc	-	-	0.100	-	-	0.0039
D	4.900	4.800	5.000	0.1929	0.1890	0.1969
E	6.000	5.800	6.200	0.2362	0.2283	0.2441
E1	3.900	3.800	4.000	0.1535	0.1496	0.1575
e	1.270	-	-	0.0500	-	-
h	-	0.250	0.500	-	-	-
k	-	0°	8°	-	0°	8°
L	-	0.400	1.270	-	0.0157	0.0500
L1	1.04	-	-	0.0410	-	-

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

### 14.2 TSSOP8 封装的机械数据

图 21. TSSOP8 - 8- 引脚纤薄紧凑型小尺寸封装图



1. 图纸未按比例绘制。

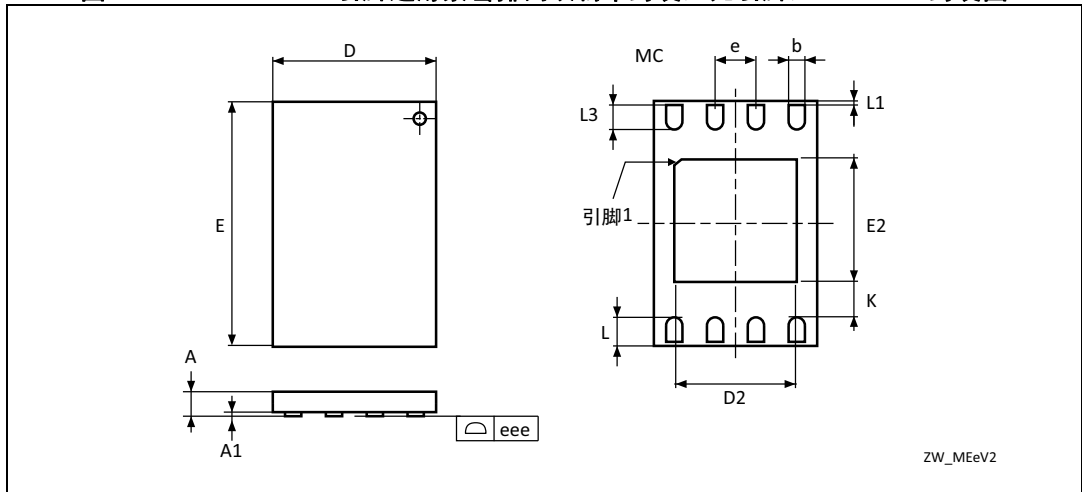
表 82. TSSOP8 - 8- 引脚纤薄紧凑型小尺寸， 169 mil 宽， 封装数据

符号	毫米			英寸 <sup>(1)</sup>		
	典型值	最小值	最大值	典型值	最小值	最大值
A	-	-	1.200	-	-	0.0472
A1	-	0.050	0.150	-	0.0020	0.0059
A2	1.000	1.800	1.050	0.0394	0.0315	0.0413
b	-	0.190	0.300	-	0.0075	0.0118
c	-	0.090	0.200	-	0.0035	0.0079
CP	-	-	0.100	-	-	0.0039
D	3.000	2.900	3.100	0.1181	0.1142	0.1220
e	0.650	-	-	0.0256	-	-
E	6.400	6.200	6.600	0.2520	0.2441	0.2598
E1	4.400	4.300	4.500	0.1732	0.1693	0.1772
L	0.600	0.450	0.750	0.02636	0.0177	0.0295
L1	1.000	-	-	0.0394	-	-
a		0°	8°		0°	8°
N	8			8		

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。

### 14.3 UFDFPN8 封装的机械数据

图 22. UFDFPN8 - 8- 引脚超薄紧密排列双扁平封装，无引脚，2x3 mm 封装图



1. 图纸未按比例绘制。
2. 中央板（上图中的  $E2$  乘  $D2$  方形区域）内部拉到  $V_{SS}$ 。在焊接等过程期间，不可连接到 PCB 上的其它任何电压或信号线。

表 83. UDFPN8 - 8- 引脚超薄紧密排列双扁平封装，无引脚，封装数据

符号	毫米			英寸 <sup>(1)</sup>		
	典型值	最小值	最大值	典型值	最小值	最大值
A	0.550	0.450	0.600	0.0217	0.0177	0.0236
A1	0.020	0.000	0.050	0.0008	0.0000	0.0020
b	0.250	0.200	0.300	0.0098	0.0079	0.0118
D	2.000	1.900	2.100	0.0787	0.0748	0.0827
D2 (rev MC)	-	1.200	1.600	-	0.0472	0.0630
E	3.000	2.900	3.100	0.1181	0.1142	0.1220
E2 (rev MC)	-	1.200	1.600	-	0.0472	0.0630
e	0.500	-	-	0.0197	-	-
K (rev MC)	-	0.300	-	-	0.0118	-
L	-	0.300	0.500	-	0.0118	0.0197
L1	-	-	0.150	-	-	0.0059
L3	-	0.300	-	-	0.0118	-
eee <sup>(2)</sup>	-	0.080	-	-	0.0031	-

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。
2. 适用于裸露的片板及终端。测量不包含裸片板的内嵌部分。

## 15 部件编号

表 84. 封装设备的订购信息方案

示例:	M24	SR	64-Y	MN	6	T	/2
<b>设备类型</b>							
M24 = I <sup>2</sup> C 接口设备							
<b>设备特性</b>							
SR = 短距							
<b>存储器容量</b>							
64 = 存储器容量, 单位 Kbits							
<b>电压范围</b>							
Y = 2.7 到 5.5 V							
<b>封装</b>							
MN = SO8N DW = TSSOP8 MC = UFDFPN8 SB12I = 120 μm ± 15 μm 已切割凸起无墨晶 圆, 8 寸框							
<b>设备等级</b>							
6 = 工业: 设备经标准测试, 温度范围 -40 到 85 °C (SB12I 无参数)							
<b>选项</b>							
T = 载带和卷盘封装 (SB12I 无参数)							
<b>电容</b>							
/2 = 25 pF							

# 16 修订历史

表 85. 文档修订历史

日期	修订	变更内容
2013 年 1 月 15 日	1	初始版本。
2013 年 4 月 12 日	2	全局内容更新。
2013 年 5 月 16 日	3	全局内容更新。
2013 年 5 月 17 日	4	更新了“CC 文件中的字节数”一值和 <a href="#">表 4: 1 个 NDEF 文件的 CC 文件布局</a> 中的注释。 增加了 <a href="#">表 75: I<sup>2</sup>C 交流特性 (400 kHz)</a> 和 <a href="#">表 76: I<sup>2</sup>C 交流特性 (1 MHz)</a> 。
2013 年 6 月 21 日	5	增加了第二张图 <a href="#">第一页</a> 下缺失的“TSSOP 8”。 在 <a href="#">第 1 节: 功能描述</a> 中删除了一个句子，在 <a href="#">第 2.5 节: 供电电压 (V<sub>CC</sub>)</a> 中更新了一个句子。 更新了 <a href="#">第 2.7 节: 通用输出 (GPO)</a> ，包括所有图。 更新了 <a href="#">第 3.1.2 节: CC 文件布局</a> 和 <a href="#">第 3.2 节: 对存储器的读写访问权限</a> 、 <a href="#">第 4.1 节: 主和从</a> 、 <a href="#">第 4.2.2 节: I<sup>2</sup>C 令牌</a> 、 <a href="#">第 5.5 节: I2C 和 RF 帧的 CRC</a> 。 向 <a href="#">表 6: 字段列表</a> 增加了若干行。 增加注释并更新了 <a href="#">表 8: RF 会话字段的详细信息</a> 和 <a href="#">表 10: RF 使能字段的详细信息</a> 。 更新了 <a href="#">Figure 1: M24SR64-Y 框图</a> 并在 <a href="#">Figure 12: 指令与响应的交互</a> 下增加了注释。 更新了或增加了 <a href="#">第 5.7.1 节: Verify 指令</a> 到 <a href="#">第 5.7.4 节: Disable Verification Requirement 指令</a> 、 <a href="#">第 8.7 节: 更改 NDEF 密码流程</a> 的文字 更新了 <a href="#">表 60: 上下行数据率编码</a> 。 增加了 <a href="#">第 5.8 节: ST 专有指令集</a> 、 <a href="#">第 5.10 节: I<sup>2</sup>C 专用指令集</a> 和 <a href="#">第 6 节: RF 设备操作</a> 将“GetRFsession 指令”改为“GetI2Csession 指令”，“检测 NDEF 消息”改为“选择 NDEF 消息”。 更新了 <a href="#">表 74: I<sup>2</sup>C 直流特性</a> 中的 ICC。 从 <a href="#">第 13 节: RF 电气参数</a> 中删除了“ASK 调制信号”图和前面的文字。
2013 年 8 月 29 日	6	增加了 UDFPN8 图 <a href="#">第一页</a> 。 将“双接口设备”、“双接口 EEPROM”和“双接口存储器”更改为“NFC 动态标签设备”。 在 <a href="#">表 13: RF 和 I<sup>2</sup>C 指令集</a> 中，将“EnablePermanentSecurity”改为“EnablePermanentState”。 更新了 <a href="#">表 15</a> 、 <a href="#">表 19</a> 、 <a href="#">表 21</a> 、 <a href="#">表 56</a> 、 <a href="#">表 59</a> 和 <a href="#">表 65</a> 中的位字段。 更改了下列指令： – “ReadMemory”改为“STReadMemory”， – “Read binary”改为“STReadBinary”， – “EnablePermanentLock”改为“EnablePermanentState”。 更新了 <a href="#">表 74: I<sup>2</sup>C 直流特性</a> 中的 I <sub>CC0</sub> 参数并增加了注释。 增加了 <a href="#">第 14.3 节: UDFPN8 封装的机械数据</a> 和 UDFPN8 封装。



表 85. 文档修订历史 (continued)

日期	修订	变更内容
2013 年 11 月 8 日	7	全局更改。
2013 年 12 月 12 日	8	恢复了表 74: $I_C$ 直流特性的全部内容。 更新了第 2.5.1 节: 工作供电电压 $V_{CC}$ 中的电容值。 从第 8.6 节: 达到 NDEF 文件的只读状态中删除了第 (4) 项。 更新了表 70: 绝对最大额定值中的 $V_{ESD}$ 值、表 74: $I_C$ 直流特性中的 $I_{CC}$ 值、表 80: RF 特性中的 $H_{Extended}$ 值。 增加了第 5.4 节: S-Block 格式中 “S(WTX)” 一项的详细信息。 增加了第 5.6.8 节: UpdateBinary 指令和 第 5.8.3 节: DisablePermanentState 指令的内容。 在表 53: StateControl 指令格式中, 将 ‘0x001E’ 值改为 ‘0x001F’。 更新了表 58: ATS 响应中的值。
2013 年 12 月 18 日	9	将数据手册状态由 “初步数据” 改为 “生产数据”。 为 Figure 10: 更改 NDEF 文件的读访问权限和 Figure 11: 更改 NDEF 文件的写访问权限增加了注释 (4)。

**请仔细阅读：**

中文翻译仅为方便阅读之目的。该翻译也许不是对本文档最新版本的翻译，如有任何不同，以最新版本的英文原版文档为准。

本档中信息的提供仅与 ST 产品有关。意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对本文档及本文所述产品与服务进行变更、更正、修改或改进的权利，恕不另行通知。

所有 ST 产品均根据 ST 的销售条款出售。

买方自行负责对本文所述 ST 产品和服务的选择和使用，ST 概不承担与选择或使用本文所述 ST 产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为 ST 授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在 ST 的销售条款中另有说明，否则，ST 对 ST 产品的使用和 / 或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途（及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况），或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

意法半导体的产品不得应用于武器。此外，意法半导体产品也不是为下列用途而设计并不得应用于下列用途：（A）对安全性有特别要求的应用，例如，生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；（B）航空应用；（C）汽车应用或汽车环境，且 / 或（D）航天应用或航天环境。如果意法半导体产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向意法半导体发出了书面通知，采购商仍将独自承担因此而导致的任何风险，意法半导体的产品设计规格明确指定的汽车、汽车安全或医疗工业领域专用产品除外。根据相关政府主管部门的规定，ESCC、QML 或 JAN 正式认证产品适用于航天应用。

经销的 ST 产品如有不同于本文档中提出的声明和 / 或技术特点的规定，将立即导致 ST 针对本文所述 ST 产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大 ST 的任何责任。

ST 和 ST 徽标是 ST 在各个国家或地区的商标或注册商标。

本文档中的信息取代之前提供的所有信息。

ST 徽标是意法半导体公司的注册商标。其他所有名称是其各自所有者的财产。

© 2014 STMicroelectronics 保留所有权利

意法半导体集团公司

澳大利亚 - 比利时 - 巴西 - 加拿大 - 中国 - 捷克共和国 - 芬兰 - 法国 - 德国 - 中国香港 - 印度 - 以色列 - 意大利 - 日本 - 马来西亚 - 马耳他 - 摩洛哥 - 菲律宾 - 新加坡 - 西班牙 - 瑞典 - 瑞士 - 英国 - 美国

www.st.com