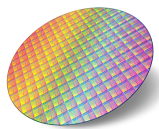


## 具有高达 2-Kbit EEPROM 的 NFC Forum Type 4 标签 IC



晶□



产品状态链接
<a href="#">ST25TA512B</a>
<a href="#">ST25TA02KB</a>
<a href="#">ST25TA02KB-D</a>
<a href="#">ST25TA02KB-P</a>

### 特性

#### 非接触接口

- 经 NFC Forum 认证的 NFC Forum Type 4 标签
- ISO/IEC 14443 A 类
- 106 kbps 数据率
- 内部调谐电容：50 pF

#### 存储器

- 可达 256 字节（2-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 256 字节
- 单个指令最多可写 54 字节
- 链功能
- 7 字节唯一标识符（UID）
- 128 位密码保护
- 20 位事件计数器与防撕裂

#### 产品识别及保护

- TruST25™ 数字签名

#### 封装

- UDFPN5 ECOPACK®2

#### 数字输出

- GPO：可配置通用输出
  - 由一个开漏晶体管驱动，仅在 ST25TA02KB-D 上可用
  - 启用无直流消耗（CMOS 输出缓冲器）功能，仅在 ST25TA02KB-P 上可用。

### 说明

ST25TA512B 和 ST25TA02KB 器件是 NFC 标签 IC，ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P 选配有通用输出。

它们嵌入一个可达 2-Kbit 的 EEPROM，可以从 13.56 MHz 的 RFID 读卡器或 NFC 手机上进行操作。

ST25TA512B、ST25TA02KB、

ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P 器件是 NFC Forum Type 4 标签。

它们使用 ISO/IEC 14443 Type A 协议进行通信，并采用由 TruST25™（一套软件和程序）生成的数字签名校验克隆检测中的芯片来源。

# 1 功能描述

ST25TA512B、ST25TA02KB、ST25TA02KB-D 以及 ST25TA02KB-P（以下简称 ST25TAxxxB）器件是基于 ISO/IEC 14443 Type A 标准且可从射频接口访问的 NFC 标签。

ST25TAxxxB 与 NFC Forum Type 4 标签规范兼容，支持所有相应的指令。

图 1、图 2 和图 3 分别给出 ST25TA02KB/ST25TA512B、ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P 器件的框图。

图 1. 框图 - ST25TA02KB 和 ST25TA512B

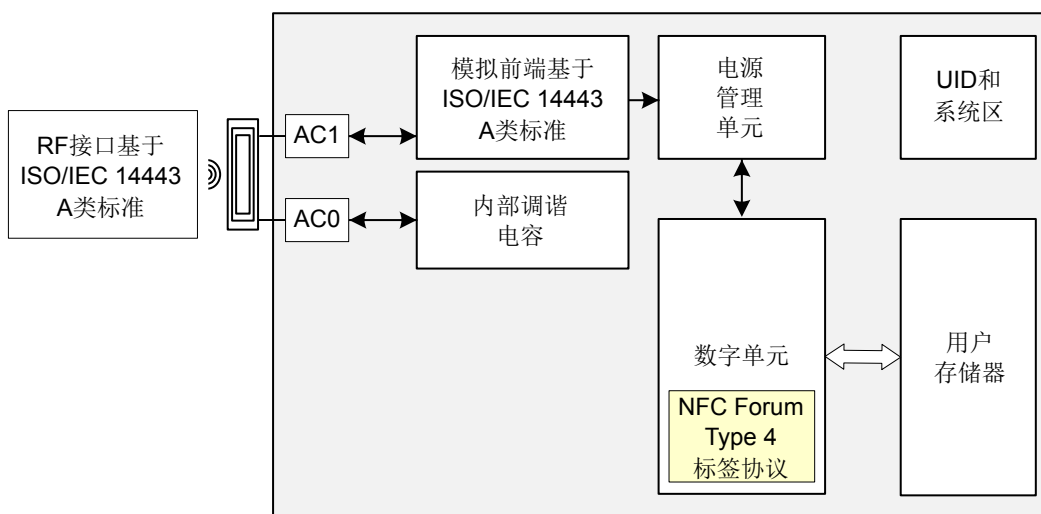
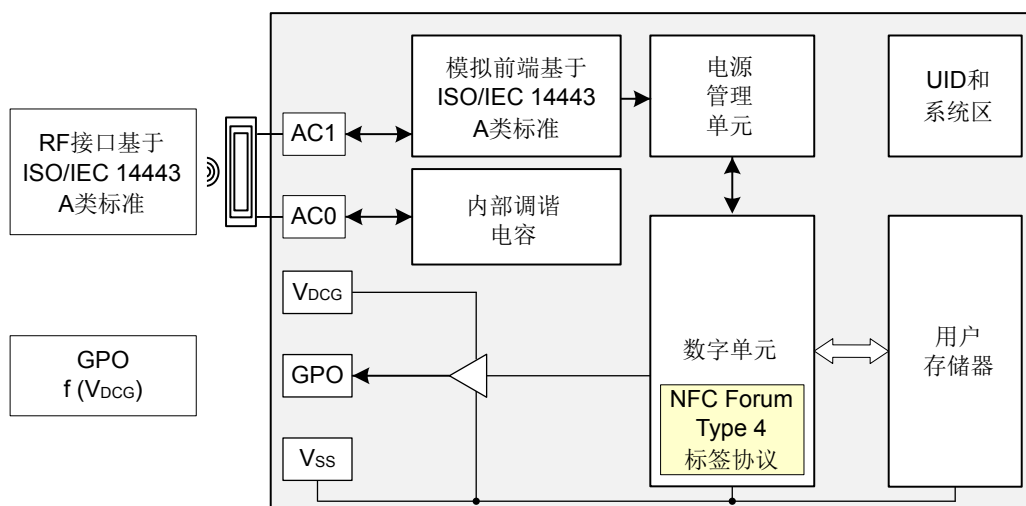
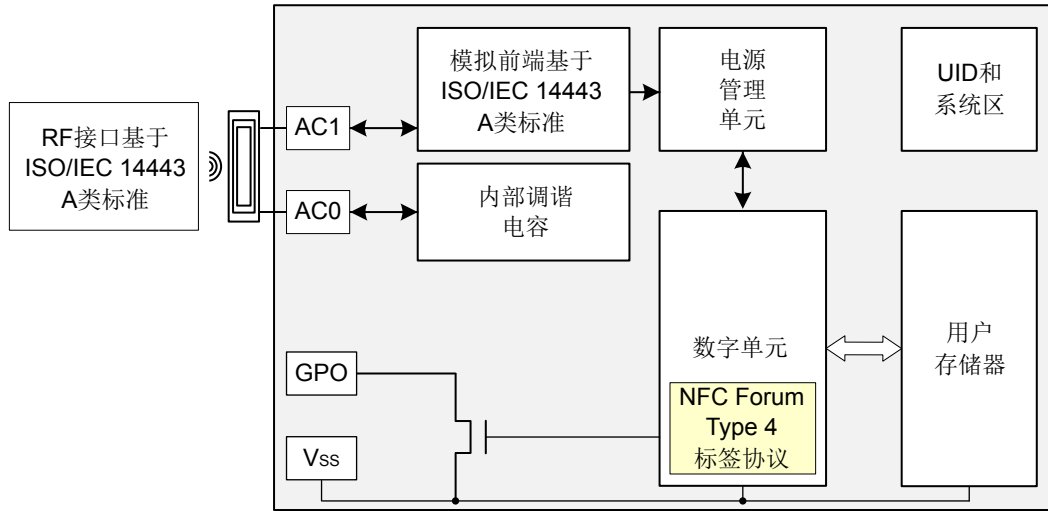


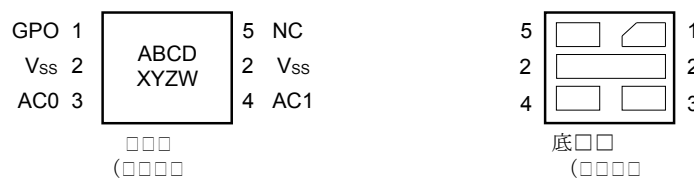
图 2. 框图 - ST25TA02KB-P



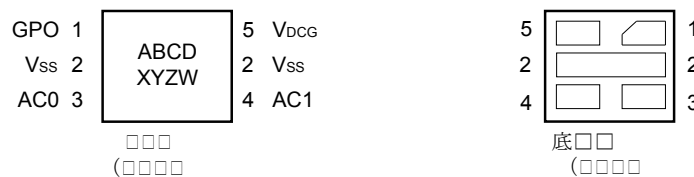
**图 3. 框图 - ST25TA02KB-D**

**表 1. 信号名称**

信号名称	功能	方向
AC0, AC1	天线线圈	-
V <sub>DCCG</sub> <sup>(1)</sup>	CMOS GPO 驱动器的供电电压	电源
V <sub>SS</sub> 可用。 <sup>(2)</sup>	接地	-
GPO <sup>(2)</sup>	中断输出	CMOS 或漏极开路输出

1. 仅 ST25TA02KB-P 器件提供
2. 仅对 ST25TA02KB-P 和 ST25TA02KB-D

**图 4. 5 引脚封装连接 - ST25TA02KB-D**


1. 参见第 13 节 封装信息获取封装尺寸，并了解如何识别引脚 1。

**图 5. 5 引脚封装连接 - ST25TA02KB-P**


1. 参见第 13 节 封装信息获取封装尺寸，并了解如何识别引脚 1。

## 1.1 功能模式

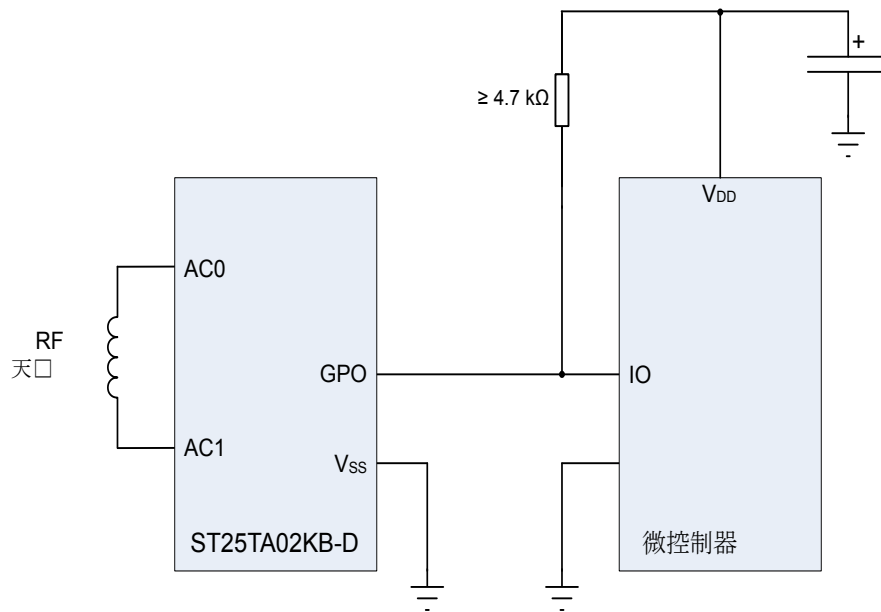
ST25TAxxxB 只有一个可用的功能模式（参见表 2）。

**表 2. 功能模式**

模式	电源	注释
标签模式	仅 RF 场	仅当 RF 场强足够时，RF 接口才工作。

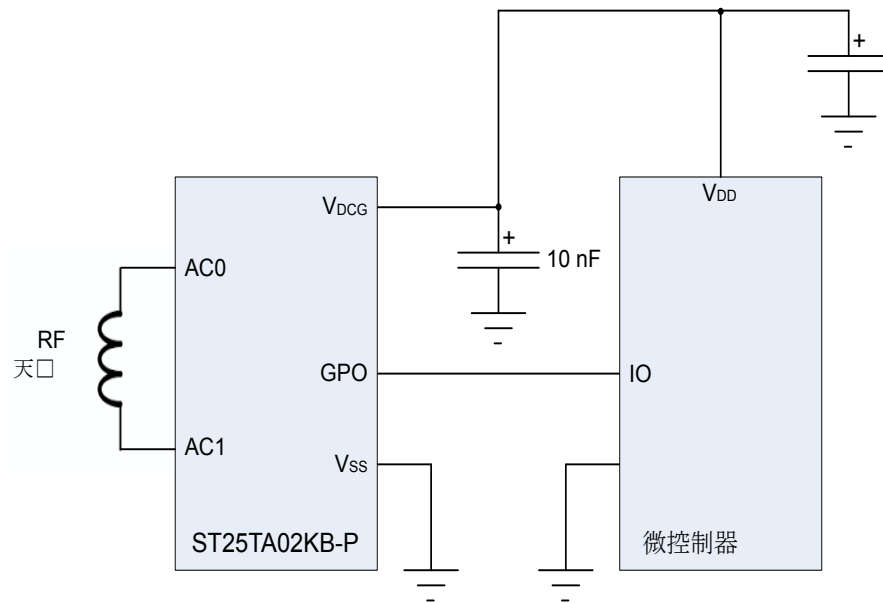
可选的 GPO 开漏晶体管需要外部上拉电阻 ( $> 4.7\text{ k}\Omega$ )（参见图 6）。

**图 6. GPO 使用的应用实例 - ST25TA02KB-D**



可选的 GPO CMOS 驱动需要外部电源运作（参见图 7）。

图 7. GPO 使用的应用实例 - ST25TA02KB-P



### 1.1.1 标签模式

ST25TAxxxB 由 RF 场供电，可与 RF 主机（RFID 读写器或 NFC 手机）通信。可通过 RF 指令访问用户存储器。

## 2 信号说明

### 2.1 天线线圈（AC0, AC1）

这些输入用于专门将 ST25TAxxxB 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 Forum Type 4 指令访问设备。

### 2.2 接地（V<sub>SS</sub>），仅在 ST25TA02KB-P 和 ST25TA02KB-D 上可用

V<sub>SS</sub>，当连接时，是所有板子 V<sub>DCG</sub> 供电电压的参考，包括 AC0 和 AC1。

### 2.3 GPO 电源电压（V<sub>DCG</sub>），仅在 ST25TA02KB-P 上可用

此引脚可连接到外部直流供电电压。它仅向 GPO 驱动程序块供电。

#### 2.3.1 工作供电电压 V<sub>DCG</sub>

在查看 ST25TA02KB-P GPO 之前，必须应用有效且稳定的 V<sub>DCG</sub> 电压（在指定的[V<sub>DCG(min)</sub>, V<sub>DCG(max)</sub>]范围内）。

为了保持稳定的直流供电电压，建议在 V<sub>DCG</sub>/V<sub>SS</sub> 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<sub>DCG</sub> 线路的耦合。

在 ST25TA02KB-P 停止使用 GPO 之前，此电压必须保持稳定和有效。

#### 2.3.2 上电条件

V<sub>DCG</sub> 上升时间的变化不能快于 1 V /  $\mu$ s。

### 2.4 通用输出（GPO），仅在 ST25TA02KB-P 和 ST25TA02KB-D 上可用

GPO 板要么是一个漏极开路板（其上应该连接一个外部上拉电阻），要么是一个默认极性设置为 0 的 CMOS 板。该板是一个可配置的输出信号，当配置的事件发生时，驱动到有效电平。它的行为与激活的 RF 会话保持一致，与用户选择的模式保持一致，请参见第 7 节 功能流程以获得更多信息。。

### 3 ST25TAxxxB 存储器管理

#### 3.1 存储器结构

ST25TAxxxB 支持 NFC Forum Type 4 标签中定义的 NDEF 标签应用。它们包含三个文件：

- 容量容器 (CC) 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 ST25TAxxxB 设备配置的一些信息。CC 文件给出了 ST25TAxxxB 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 ST25TAxxxB 及 NDEF 文件的一些信息。此文件对 RF 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 主机更改，方法是发出特定流程（参考第 7 节 功能流程）。

**表 4. CC 文件布局**

文件偏移	意义	值	注释
0x0000	CC 文件长度	0x000F	15 字节
0x0002	映射版本 <sup>(1)</sup>	0x20 或 0x10	V 2.0 或 V 1.0
0x0003	MLe: 最大可读字节数	0x00FF <sup>(2)</sup>	255 字节 <sup>(2)</sup>
		0x0040 <sup>(3)</sup>	64 字节 <sup>(3)</sup>
0x0005	MLc: 最大可写字节数	0x0036	54 字节
0x0007	NDEF 文件控制 TLV	0x04 <sup>(4)</sup>	T 字段
0x0008		0x06	L 字段
0x0009		0x0001	文件 ID
0x000B		0x0100 <sup>(2)</sup>	FLEN: 最大 NDEF 文件大小，以字节为单位
	0x0040 <sup>(3)</sup>		
0x000D	0x00 <sup>(4)</sup>	CCRD: 读访问条件	
0x000E	0x00 <sup>(4)</sup>	CCWR: 写访问条件	

1. 根据读卡器指令格式，ST25TAxxxB 器件将自动对齐到对应的 NFC Forum 版本。

2. ST25TA02KB, ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P。

3. ST25TA512B。

4. 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，ST25TAxxxB 设备并不会检查它的值是否与 RF 主机写入的数据有关。如果文件中存储的 NDEF 消息长度值大于 FLEN-2（由于一个成功的 UpdateBinary 指令带有错误的值或 UpdateBinary 指令已损坏，可能发生 NDEF 消息长度 > FLEN-2。），标签将其作为无效用例处理，并在响应 ReadBinary 指令时，返回 0x00 作为偏移 0x0000 和 0x0001 处的字节值。

有关读指令的更多详细信息，请参考第 6.7.5 节 ReadBinary 指令

**表 5. NDEF 文件布局**

文件偏移	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 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
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
0x00FC <sup>(1)</sup> 或 0x003C <sup>(2)</sup>	...	...	...	用户数据

1. ST25TA02KB, ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P.

2. ST25TA512B.



**3.1.4 系统文件布局**

系统文件详细说明了 ST25TAxxxB 设备的配置。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	器件	交付状态
0x0000	系统文件长度	2	有	-	ST25TA512B ST25TA02KB ST25TA02KB-D ST25TA02KB-P	0x0012
0x0002	ST 保留	1	有	无	ST25TA512B ST25TA02KB	0x80
	GPO 配置			是 <sup>(1)</sup>	ST25TA02KB-D ST25TA02KB-P	0x70 <sup>(2)</sup>
0x0003	事件计数器配置	1	有	有 <sup>(1)</sup>	ST25TA512B	0x00
0x0004	20 位计数器 (MS nibble 0x0)	3	有	无	ST25TA02KB ST25TA02KB-D	0x000000
0x0007	产品版本	1	有	无	ST25TA02KB-P	0x22 <sup>(3)</sup>
0x0008	UID	7	有	无	ST25TA512B	0x02E4 xx xx xx xx xx <sup>(4)</sup>
					ST25TA02KB	0x02E3 xx xx xx xx xx <sup>(4)</sup>
					ST25TA02KB-D	0x02F3 xx xx xx xx xx <sup>(4)</sup>
					ST25TA02KB-P	0x02A3 xx xx xx xx xx <sup>(4)</sup>
0x000F	存储器容量 - 1	2	有	无	ST25TA512B	0x003F
					ST25TA02KB	0x00FF
					ST25TA02KB-D	
					ST25TA02KB-P	
0x0011	IC 参考代码	1	有	无	ST25TA512B	0xE5
					ST25TA02KB	0xE2
					ST25TA02KB-D	0xF2
					ST25TA02KB-P	0xA2

1. 将最高有效位设置为 1 以锁定配置字节。一旦锁定，这些字节不能再改变。
2. GPO 配置为场检测。
3. 意法半导体保留。
4. x 值由意法半导体定义，以确保 UID 唯一性。

**表 7. 有关计数器配置字段的详细信息**

文件偏移	b7	b6 -b2	b1	b0
0x0003				
计数器配置锁定位:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>0b0: 未锁定</li> <li>0b1: 已锁定</li> </ul>				
0b00000 (意法半导体保留)				
使能计数器:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>0b0: 禁用</li> <li>0b1: 启用</li> </ul>				
计数器步长:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>0b0: 读</li> <li>0b1: 写</li> </ul>				

**表 8. GPO 字段的详细信息**

文件偏移	b7	b6 -b4	b3 -b0
0x0002			
GPO 配置锁定位:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>0b0: 未锁定</li> <li>0b1: 已锁定</li> </ul>			
GPO 配置:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>0b000: 未使用</li> <li>0b001: 会话打开</li> <li>0b010: WIP</li> <li>0b011: MIP</li> <li>0b100: 中断</li> <li>0b101: 状态控制</li> <li>0b110: RF 忙</li> <li>0b111: 场检测</li> </ul>			
0b0000			
(意法半导体保留)			

### 3.2 对 NDEF 文件的读写访问权限

在访问 NDEF 文件之前，主机可以提供密码对 NDEF 文件进行读写访问保护。共有两个 128 位的密码，一个用于读访问，另一个用于写访问。

也可锁定 NDEF 文件的读或写访问。这样的话，主机就无法访问 NDEF 文件。

应该先向 ST25TAxxxB 器件发送读密码，然后才能读取

受到读保护的 NDEF 文件。

应该先向 ST25TAxxxB 器件发送写密码，然后才能对

受到写保护的 NDEF 文件进行写入操作。更改读或写保护模式需要发送写密码。访问权限只与 NDEF 文件相关。

如果将 Verify 指令与所选的 CC、System 或 'no file' 一起使用，则标签将响应一个错误。

### 3.2.1 读写保护模式

针对 NDEF 文件的读写访问权限，定义了三种保护模式：

- UNPROTECTED
- PROTECTED
- FORBIDDEN

读/写保护模式是由响应给 Verify 指令的 R-APDU 值识别的（参见第 6.8.1 节 Verify 指令）。

**表 9. 读保护模式**

模式	Verify (P1P2=0x0001) R-APDU	意义
READ UNPROTECTED	0x9000	无任何安全措施的读访问（交付状态）
READ PROTECTED	0x6300	受到密码保护的读访问
READ FORBIDDEN	0x6984	读访问已禁用（永久状态）

**表 10. 写保护模式**

模式	Verify (P1P2=0x0002) R-APDU	意义
WRITE UNPROTECTED	0x9000	无任何安全措施的写访问（交付状态）
WRITE PROTECTED	0x6300	受到密码保护的写访问
WRITE FORBIDDEN	0x6984	写访问已禁用（永久状态）

### 3.2.2 读写访问条件

CC 文件中的 CCRD 和 CCWR 字节（参见表 3. 文件标识符）用于识别在 NFC Forum Type 4 标签规范中定义的 NDEF 消息的读和写访问条件。ST25TAxxxB 支持一个读条件值和两个写条件值。

表 11 和表 12 显示如何将条件值映射到第 3.2.1 节 读写保护模式中定义的读写保护模式。

**Caution:** 由于可以将多个保护模式映射到单个条件值，因此不能使用读和写访问条件值识别保护模式。

**表 11. 读访问条件 (CCRD 值)**

值	读保护模式
0x00	UNPROTECTED、PROTECTED、FORBIDDEN <sup>(1)</sup>

1. 请参阅第 3.2.1 节 读写保护模式判别各种保护模式的不同点。

**表 12. 写访问条件 (CCWR 值)**

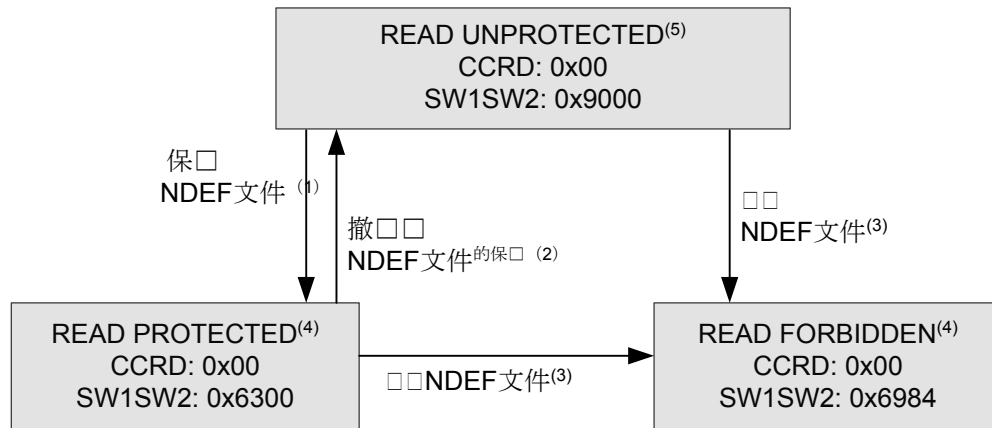
值	写保护模式
0x00	UNPROTECTED
0xFF	PROTECTED、FORBIDDEN <sup>(1)</sup>

1. 请参阅第 3.2.1 节 读写保护模式判别各种保护模式的不同点。

### 3.2.3 更改读保护模式

图 8 的状态图显示了如何更改 NDEF 文件的读保护模式。

图 8. 更改读保护模式



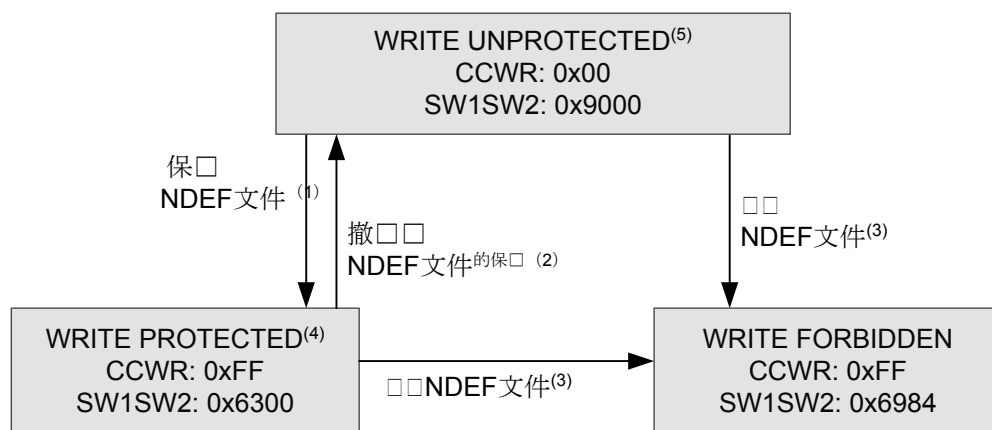
CCRD : CC文件中偏移0x000D□□□□  
 SW1SW2 : □Verify (□保护) 指令的响□

1. 见保护读访问权限的流程（第 7.1 节 保护 NDEF 文件）。
2. 见解除保护读访问权限的流程（第 7.3 节 撤销对 NDEF 文件的保护）。
3. 见禁止读访问权限的流程（第 7.4 节 锁定 NDEF 文件）。
4. 专有状态，NFC Forum Type 4 标签未定义。
5. 交付状态。

### 3.2.4 更改写保护模式

图 9 的状态图显示了如何更改 NDEF 文件的写保护模式。

图 9. 更改写保护模式



CCWR : CC文件中偏移0x000E□□□□  
 SW1SW2 : □Verify (写保护) 指令的响□

1. 见保护写访问权限的流程（第 7.1 节 保护 NDEF 文件）。
2. 见解除保护写访问权限的流程（第 7.3 节 撤销对 NDEF 文件的保护）。

3. 见禁止写访问权限的流程（第 7.4 节 锁定 NDEF 文件）。
4. 专有状态，NFC Forum Type 4 标签未定义。
5. 交付状态。

### 3.3 授予访问时长

当 NDEF 文件处于读保护或写保护状态时，从第一次成功输入密码（参见第 7.1 节 保护 NDEF 文件）开始授予相应的文件访问权限，直至发生以下事件之一：

- RF 场关闭
- DESELECT 指令成功执行
- 'NDEF Tag Application Select'指令成功执行（没有选择文件）
- 'Capability Container Select'或'System File Select'指令成功执行（选择了其他文件）
- 输入错误密码（安全会话关闭）

当 NDEF 文件处于'禁止读取'或'禁止写入'状态时，不会授予相应文件的访问权限。

### 3.4 NDEF 文件密码

在 ST25TAxxxB 器件上有两个密码可用：

- 读密码：保护对 NDEF 文件的读访问
- 写密码：保护对 NDEF 文件的写访问，以及读写保护模式的设置（参见第 7.1 节 保护 NDEF 文件和第 7.2 节 访问受保护的 NDEF 文件）

密码长度为 128 位（16 字节）。

使用 Verify 指令提供密码（参见第 6.8.1 节 Verify 指令）。

对于给定的密码，在连续三次验证失败后，无法进行进一步尝试，直到发生以下事件序列：

- 标签设置为待机电源模式（RF 场关闭或'DESELECT'指令）
- 标签激活（防冲突和 RATS 指令）
- successful NDEF Tag Application Select 指令
- 'successful NDEF Select'指令

提示

所有密码的交付状态为 0x00000000000000000000000000000000.

## 4 特性

### 4.1 读/写计数器

一个 20 位计数器可以跟踪 NDEF 文件上的读或写事件。

它通过防撕裂机制确保计数器的一致性，即使在步长过程中出现了电气问题。

任何应用程序都可以通过读取系统文件中适当的字节来检查读/写计数器的值（参见第 3.1.4 节 系统文件布局）。

一旦启用，执行‘successful NDEF Tag Application Select’指令后，读/写计数器将对 NDEF 文件上执行的第一个事件（仅读/写）进行步长计数。后续的读/写事件将不会修改计数器值，直到一个新的‘successful NDEF Tag Application Select’发出。

计数器被禁用后，它将重置。

除了这些流程，没有其他办法对该计数器的值进行操作。

读/写计数器可以通过系统文件中的特定字节来配置（参见第 3.1.4 节 系统文件布局）。

该配置字节允许：

- 启用或禁用该计数器
- 定义计数器是否必须按读或写顺序步长计数
- 明确锁定该配置字节

**Caution:** 一旦该配置字节被锁定，它就不能再改变：计数器将相应地工作。

启用之后，读/写计数器将会影响被计数事件的执行时间：计数器步长计数需要由 ST25TAxxxB 自动管理的特定 EEPROM 单元的一些写入周期，这将增加响应发送到读卡器之前的总时间。

因此，可以在对计数器进行步长计数的指令上发出 S(WTX)请求（参见第 6.4 节 S-Block 格式）。

### 4.2 通用输出（GPO），仅在 ST25TA02KB-D/P 上可用

GPO 板可以是 CMOS 板（ST25TA02KB-P）或漏极开路板（ST25TA02KB-D）。

CMOS GPO 处于活动状态时为 1，处于非活动状态时为 0。

如果是漏极开路板，则应连接外部上拉电阻。在本例中，活动状态为 0，非活动状态为 1。如果未使用上拉电阻，活动状态为 0，非活动状态为 HZ。

该板是一个可配置的输出信号，当配置的事件发生时，驱动到交替极性。它的行为与激活的 RF 会话保持一致，与用户选择的模式保持一致。

用户可选择这些配置之一（表 68. GPO 时序测量）：

- 非活动：GPO 板的状态始终是非活动
- SessionOpen：有 RF 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 Forum 定义的 NDEF 消息。
- WIP（写入正在进行）：ST25TA02KB-D/P 正在执行写操作。
- INT（中断）：RF 主机可强制 ST25TA02KB-D/P 在 GPO 引脚上发送交替脉冲。
- 状态模式：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 ST25TA02KB-D/P 通信。
- 场检测：射频场足以支持与 ST25TA02KB-D/P 建立射频通信。

GPO 配置字节可以锁定，方法是将最高有效位设置为 1（1xxx 0000 b）。一旦锁定，该字节不能再更改。

#### 4.2.1 非活动配置（GPO 字段 = 0x00 或 0x80）

当 GPO 被配置为“非活动”时，无论 RF 接口上发生什么事件，它都保持非活动状态（除非将 GPO 设置为另一种配置）。

#### 4.2.2 会话打开的配置（GPO 字段 = 0x10 或 0x90）

在 GPO 配置为“会话打开”的情况下，当 RF 会话正在进行时，它会转到“活动”状态（参见图 10 或图 11）。

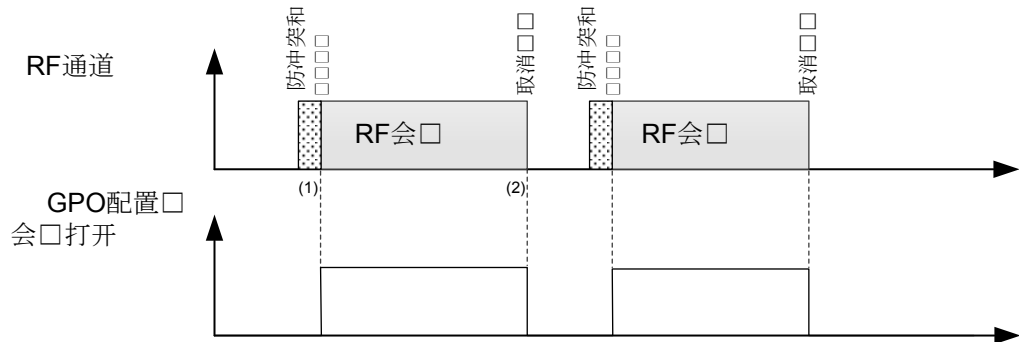
当 ST25TA02KB-D/P 收到有效的 Select Application 时，RF 会话被采用。出现以下情况时，会话释放：

- ST25TA02KB-D/P 收到了有效的 Deselect 指令
- RF 场变为 OFF

当会话释放时，在时延 (1.) 后，GPO 被驱动为“活动”状态。

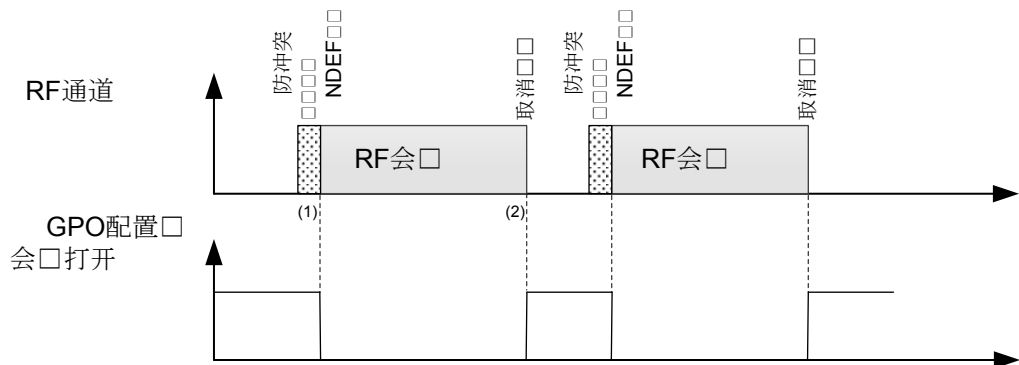
当会话释放时，在时延 (2.) 后，GPO 释放。

**图 10. CMOS GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0x10 或 0x90)**



1. CmdEOFtoGPhigh (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板高)
2. CmdEOFtoGPLow (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板低)

**图 11. 漏极 GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0x10 或 0x90)**



1. CmdEOFtoGPLow (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板低)
2. CmdEOFtoGPLow (RF 指令帧结束到 GPORF 会话板 HZ)

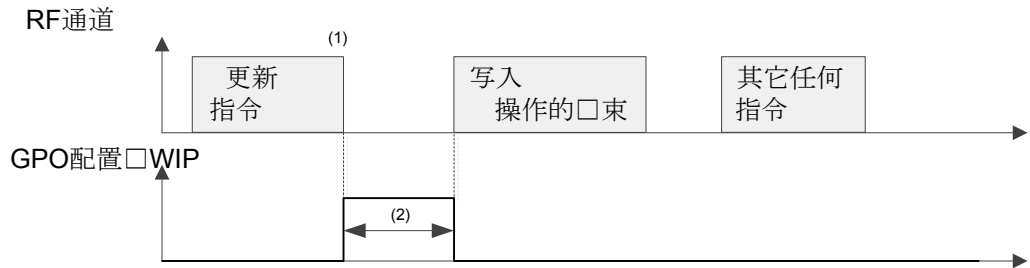
### 4.2.3 WIP 写入正在进行的配置 (GPO 字段 = 0x20 或 0xA0)

当 GPO 配置为“WIP”时，在 RF 写入操作期间，它会转到“活动”状态 (参见图 12 或图 13)。

在 RF 会话期间，当 ST25TA02KB-D/P 更新文件时，在相应 UpdateBinary 指令执行开始之后的时延 (1.) 之后，GPO 被驱动为“活动”状态。

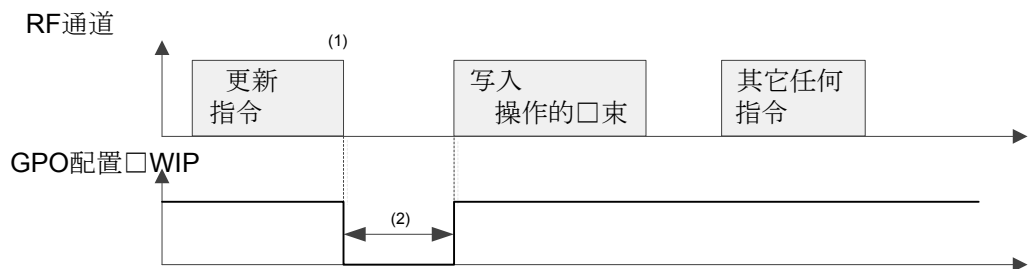
在 GPO 释放之前，写入时间 (2.) 期间，它会保持“活动”状态。

**图 12. CMOS GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x20 或 0xA0)**



1. CmdEOFtoGPhigh (RF 指令帧结束到 GPO 高)
2. 写入时间期间。

**图 13. 漏极 GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x20 或 0xA0)**



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

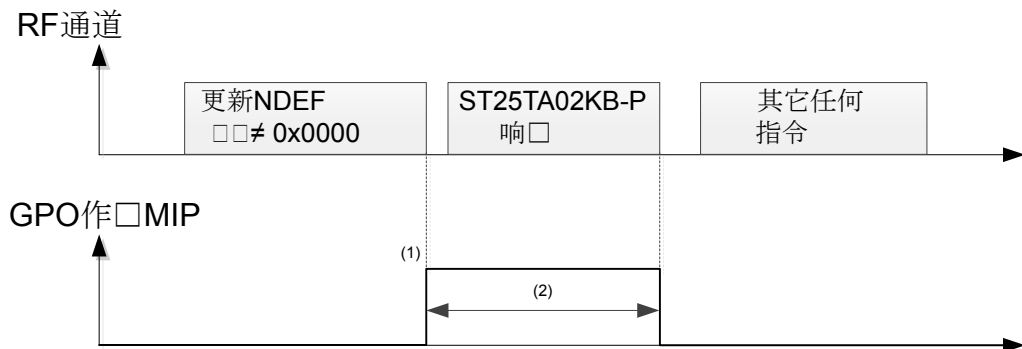


**4.2.4**
**MIP NDEF 消息写入正在进行的配置 (GPO 字段 = 0x30 或 0xB0)**

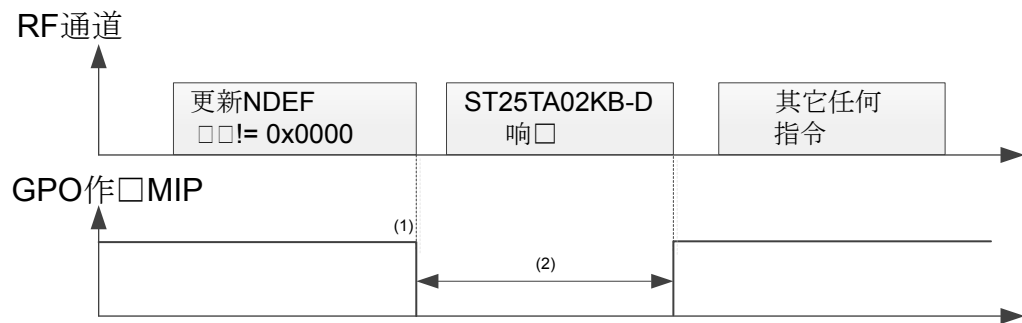
在 GPO 配置为 MIP 的情况下，当 RF 主机写入非 0x0000 值的 NDEF 长度时，它的状态转入“活动”状态 (见图 14 或图 15)。

在 RF 会话期间，当 ST25TA02KB-D/P 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“活动”状态。

在 GPO 释放之前，写入时间 (2.) 期间，它会保持“活动”状态。

**图 14. CMOS GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x30 或 0xB0)**


1. CmdEOftoGPhigh (RF 指令帧结束到 GPO 高)。
2. 写入时间期间。

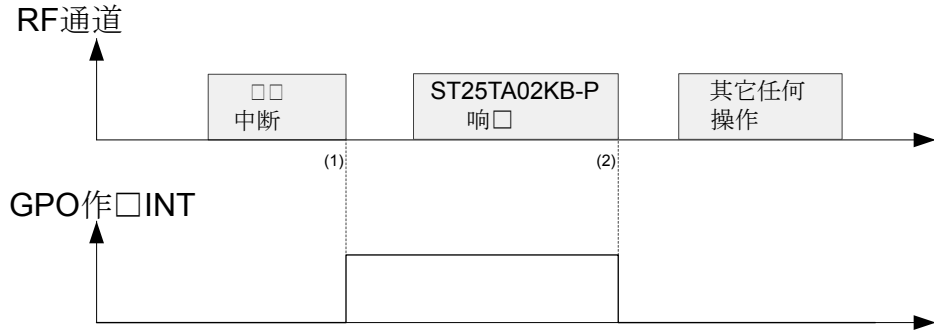
**图 15. 漏极 GPO 配置为 MIP (GPO 字段 = 0x30 或 0xB0)**


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

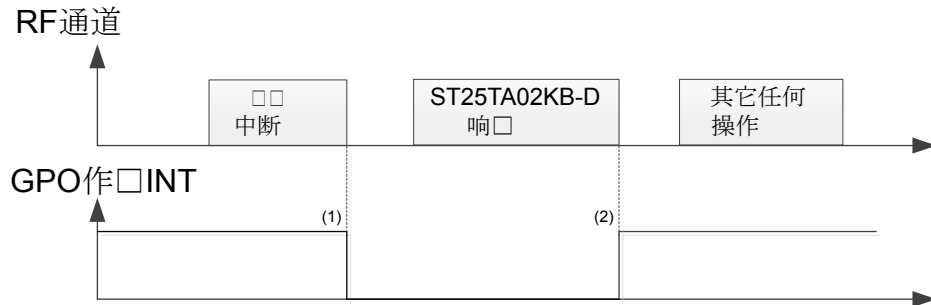
**4.2.5 INT 中断的配置 (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)**

RF 主机可在 GPO 板上发送脉冲。在该指令结束时，GPO 板转到活动状态；在 ST25TA02KB-D/P 响应结束时，它转到非活动状态 (参见图 16 或图 17)。

在 RF 会话期间，当 ST25TA02KB-D/P 收到有效的 SendInterrupt 指令之后，GPO 引脚被驱动为“活动”状态 (1.)。然后，GPO 引脚在响应结束时被释放 (2.)。

**图 16. CMOS GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)**


1. CmdEOFtoGPhigh (RF 指令帧结束到 GPO 高)。
2. RespEOFtoGPlow.

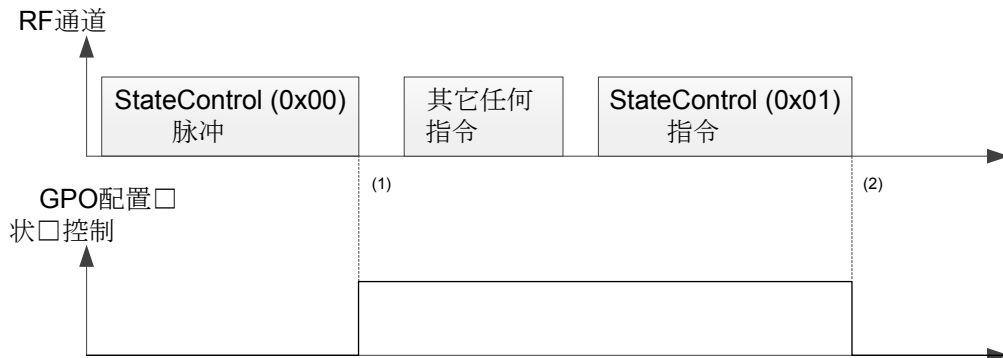
**图 17. 漏极 GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)**


#### 4.2.6 状态控制的配置 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)

当 GPO 配置为状态控制时，RF 主机可通过发送专用指令来控制 GPO 的状态 (见图 18 或图 19)。

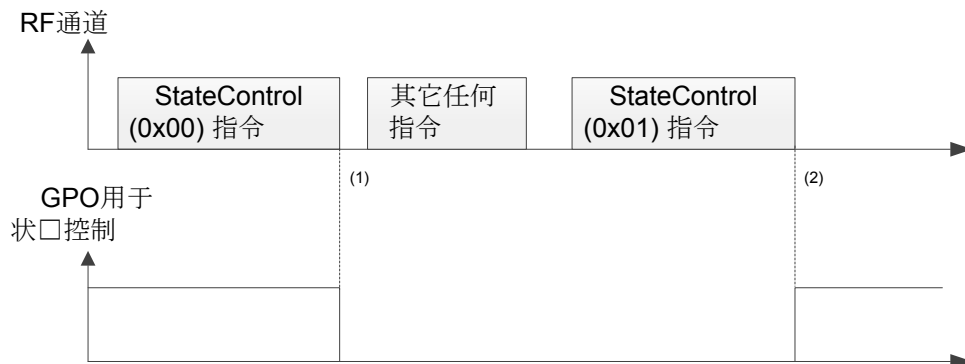
在 RF 会话期间，ST25TA02KB-D/P 可控制 GPO 引脚。收到具有 Data=0x00 的有效 StateControl 指令后，GPO 引脚在时延 (1.) 后被驱动为“活动”状态。在收到具有 Data=0x01 的有效 StateControl 命令或断电之后，GPO 将被释放。

**图 18. CMOS GPO 配置为状态控制 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)**



1. CmdEOFtoGPhigh (RF Reset GPO 指令帧结束到 GPO 高)。
2. CmdEOFtoGPlow (RF Set GPO 指令帧结束到 GPO 低)。

**图 19. 漏极 GPO 配置为状态控制 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)**



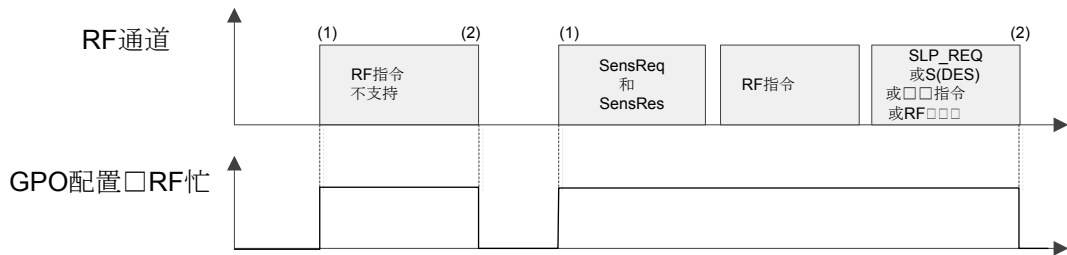
1. CmdEOFtoGPlow (RF Reset GPO 指令帧结束到 GPO 低)
2. CmdEOFtoGPHZ (RF Set GPO 指令帧结束到 GPO HZ)

#### 4.2.7 RF 忙的配置 (GPO 字段 = 0x60 或 0xE0)

在 GPO 配置为 RF 忙的情况下，当 ST25TA02KB-D/P 正在处理 RF 指令或当 RF 会话正在进行时，GPO 转到“活动”状态（见图 20 或图 21）。

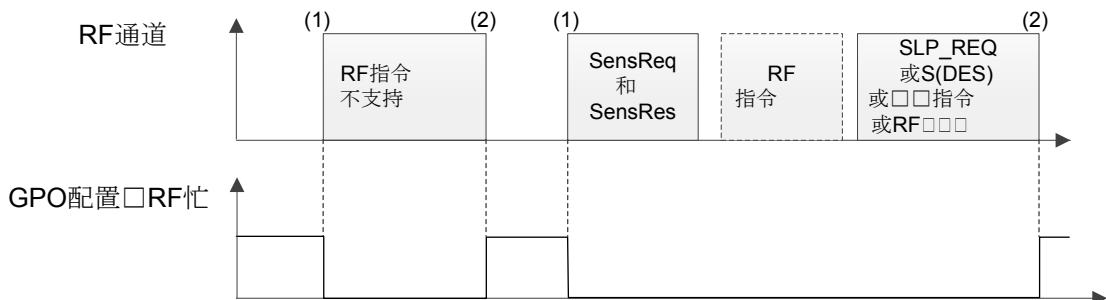
当出现 RF 场时，ST25TA02KB-D/P 检测到第一个指令时，GPO 在时延 (1.) 过后被驱动为“活动”状态。如果 RF 会话正在进行且 ST25TA02KB-D/P 收到不支持的指令，则 GPO 保持“活动”状态。仅在 RF 会话末尾，(2.) 之后才会释放它。

**图 20. CMOS GPO 配置为 RF 忙 (GPO 字段 = 0x60 或 0xE0)**



1. CmdSOFtoGPhigh (RF 指令帧开始到 GPO 高)
2. CmdEOFtoGPlow (RF 指令帧结束到 GPO 低)

**图 21. 漏极 GPO 配置为‘RF 忙’ (GPO 字段 = 0x60 or 0xE0)**

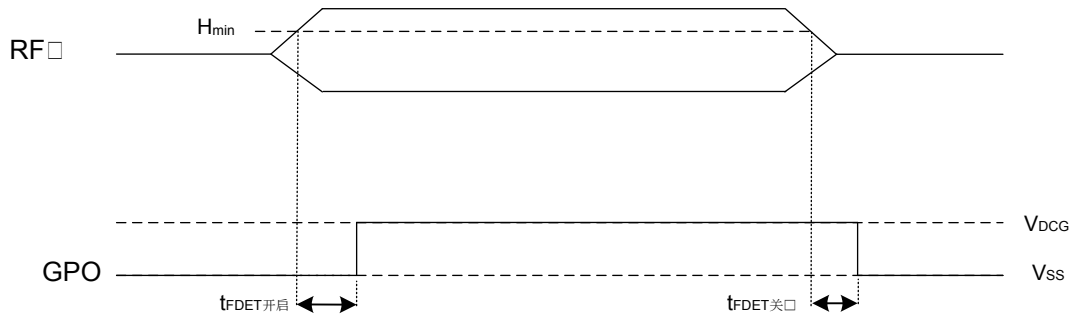


1. CmdSOFtoGPlow (RF 指令帧开始到 GPO 低)。
2. CmdEOFtoGPHZ (RF 指令帧结束到 GPO HZ)。

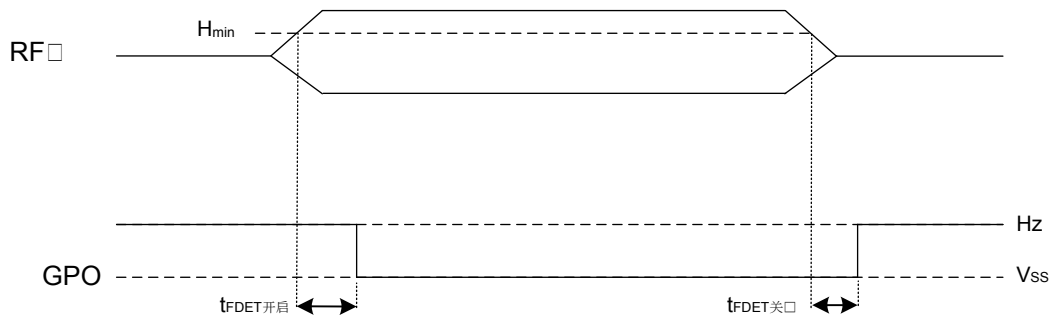
#### 4.2.8 场检测的配置 (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)

GPO 配置为‘场检测’后，当 ST25TA02KB-D/P 检测到 RF 场时，GPO 转为“活动”状态（参见图 22 或图 23）。出现 RF 场后，当 ST25TA02KB-D/P 检测到该场，GPO 在时延过后被驱动为“活动”状态。无论 RF 场检测过程中进行了哪些活动（是否与读卡器通信），GPO 都将保持“活动”状态。当 ST25TA02KB-D/P 检测不到 RF 场后，它将被释放。

**图 22. CMOS GPO 配置为‘场检测’ (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)**



**图 23. 漏极 GPO 配置为‘场检测’ (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)**



### 4.3 TruST25™数字签名功能

ST25TAxxxB 器件支持 TruST25™数字签名功能，该功能允许用户基于唯一的数字签名验证器件的身份。TruST25™解决方案包括意法半导体部署的安全工业化进程和工具，用于生成、存储和检查器件中的签名。应用笔记 AN5101 中描述了实施细节，您可以联系意法半导体销售办事处获取该文档。

## 5 通信机制

---

本节说明了 RF 主机与 ST25TAxxxB 设备之间的通信原理。

### 5.1 主和从

ST25TAxxxB 充当 RF 通道上的从属器件，因此在发送响应之前需要等待来自 RF 主机的指令。  
RF 主机应该生成 RF 场及 RF 指令。

## 6 RF 指令集

本节说明了只能由 RF 主机发出的 ST25TAxxxB 指令集。

共有三个指令族：

- NFC Forum Type 4 标签指令集
- ISO/IEC 7816-4 指令集
- 意法半导体专有指令集

NFC Forum Type 4 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 6.2 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

有关这些格式的详细信息，请参见第 6.3 节 R-Block 格式和第 6.4 节 S-Block 格式。

本节给出了 RF 主机指令的简介。这些指令集的格式为 I-Block 格式。

表 13 列出 RF 指令集。

**表 13. RF 指令集**

指令集族	指令名	分类字节	指令代码	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
意法半导体专有	EnablePermanentState	0xA2	0x28	启用'READ FORBIDDEN'或'WRITE FORBIDDEN'保护模式
	ExtendedReadBinary	0xA2	0xB0	从文件读取数据
	UpdateFileType	0xA2	0xD6	设置文件类型为 NDEF 或专有
	StateControl	0xA2	0xD6	驱动 GPO 引脚的状态 <sup>(1)</sup>
	SendInterrupt	0xA2	0xD6	在 GPO 引脚上生成脉冲 <sup>(1)</sup>

1. 仅对 ST25TA02KB-D/P 可用

## 6.1 指令集结构

RF 主机与 ST25TAxxxB 之间的数据交互使用三种数据格式，称为块：

- I-Block（信息块）：交互指令及响应
- R-Block（接收准备块）：交互正或负回应
- S-Block（监督块）：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。

## 6.2 I-Block 格式

I-Block 用于在 RF 主机和 ST25TAxxxB 之间交互数据。它由三个字段组成，详情请参见表 14。

**表 14. I-Block 格式**

名称	SoD		有效负载	EoD
	PCB	DID	-	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 主机到 ST25TAxxxB: C-APDU				
ST25TAxxxB 到 RF 主机: R-APDU				
2 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							
如果位被置位，DID 存在							
必须设为 0							
必须设为 1							
块编号 <sup>(1)</sup>							

1. 遵循 ISO 14443 4 块编号规则（参见注释）

提示

块编号规则：

**读卡器规则：**

- 规则 A：读卡器块编号应初始化为 0。
- 规则 B：当接收到一个块编号等于当前块编号的 I-block 或 R（ACK）块时，读卡器应在有选择地发送一个块到 ST25TAxxxB 之前切换当前块编号。

**ST25TAxxxB 规则：**

- 规则 C：ST25TAxxxB 块编号应在激活时初始化为 1。
- 规则 D：当收到 I-block 后，ST25TAxxxB 应在发送块之前切换其块编号。

提示

ST25TAxxxB 可以检查接收到的块编号是否符合读卡器规则，以便决定既不切换其内部块编号，也不发送响应块。



- 规则 E: 当接收到一个块编号不等于当前 ST25TAxxxB 块编号的 R (ACK) 块时, ST25TAxxxB 应在发送块之前切换其块编号。

提示

当接收到 R (NAK) 块时, 无需切换块编号。

当 RF 主机向 ST25TAxxxB 发送指令时, 净负荷格式为 C-APDU。

当 ST25TAxxxB 向 RF 主机发送指令时, 净负荷格式为 R-APDU。

### 6.2.1

**C-APDU: 指令的净负荷格式**

C-APDU 格式用于 RF 主机向 ST25TAxxxB 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	L <sub>C</sub>	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: 意法半导体指令						
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 ST25TAxxxB 存储器的字节数							

1. 参见表 13. RF 指令集。

**6.2.2**
**R-APDU: 响应的净负荷格式**

ST25TAxxxB 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			

**6.3**
**R-Block 格式**

R-Block 用于在 RF 主机与 ST25TAxxxB 之间传送正或负回应。

**表 18. R-Block 格式**

NFC 帧	SoD		-	EoD
	PCB	DID	有效负载	CRC
长度	1 字节	1 字节	0 字节	2 字节
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 或 0xB3				
R(NAK)有 DID 字段: 0xBA 或 0xBB				
DID 字段 (可选)				
-				
2 CRC 字节				

有两种 R-Block:

- R(ACK): RF 主机或 ST25TAxxxB 发出的回应块
- R (NAK) : RF 主机发出的否定回应块

**表 19. R-Block 格式的 PCB 字段**

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

## 6.4 S-Block 格式

S-Block 用于在读写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	有效负载	CRC
长度	1 字节	1 字节	1 字节	2 字节
S(DES)无 DID 字段: 0xC2				
S(DES)有 DID 字段: 0xCA				
S(WTX)无 DID 字段: 0xF2				
S(WTX)有 DID 字段: 0xFA				
DID 字段 (可选)				
WTX 字段 (可选) <sup>(1)</sup>				
2 CRC 字节				

1. 当 b5-b4 位被置为 0b11 时, 此字段存在 (S-Block 为 WTX)。请参见表 21. S-Block 格式的 PCB 字段。

有两个请求使用 S-Block 格式:

- S(DES): Deselect 指令
- S(WTX): Waiting Frame eXtension 指令或响应。

在 RF 中, 当 ST25TAxxxB 需要的工作时间大于 19.2 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 \* 19.2 ms)。WTX 取决于 FWI。

**表 21. S-Block 格式的 PCB 字段**

	b7 -b6	b5 -b4	b3	b2	b1	b0
	0b11	X	X	0	1	0
S-Block						
0b00: Deselect						
0b11: WTX						
0: 不存在 DID 字段						
1: 存在 DID 字段						
必须设为 0						
必须设为 1						
必须设为 0						

**提示**

在收到 Deselect 指令之后, ST25TAxxxB 进入待机功耗模式。

在响应 RATS 指令时, ST25TAxxxB 返回 FWI 参数 (使用默认帧等待时间); 当 ST25TAxxxB 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)。如果读写器接受了 ST25TAxxxB 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。

## 6.5 RF 帧的 CRC

两个 CRC 字节检查 RF 主机和 ST25TAxxxB 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。

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。

## 6.6 状态和错误码

本节列出了 ST25TAxxxB 的状态和错误码。

**表 22. ST25TAxxxB 的状态码**

	SW1	SW2	备注
值	0x90	0x00	指令成功完成

**表 23. ST25TAxxxB 的错误码**

长度	SW1 1 字节	SW2 1 字节	备注
值	0x63	0x00	需要密码
值	0x63	0xCX	密码错误，可再试 X 次 (X 值可为 0、1 或 2)
值	0x65	0x81	更新不成功
值	0x67	0x00	错误的帧长度
值	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
值	0x69	0x82	不满足安全状态
值	0x69	0x84	参考数据不可用
值	0x69	0x85	使用条件未满足
值	0x6A	0x80	错误参数 Le 或 Lc
值	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	0x6A	0x84	文件溢出 (Lc 错误)
值	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
值	0x6D	0x00	不支持 INS 字段
值	0x6E	0x00	不支持类别

## 6.7 NFC Forum Type 4 标签协议

构建 ST25TAxxxB 指令集的目的是轻松支持 NFC Forum Type 4 标签协议。

### 6.7.1 NDEF Tag Application Select 指令

RF 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 Forum 数字协议中定义的流程，RF 主机还要发送 Select 指令。

表 24 和表 25 分别定义了 NDEF Tag Application Select 指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 24. NDEF Tag Application Select 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
-	0x00	0xA4	0x04	0x00	0x07	0xD2760000850101	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 25. NDEF Tag Application Select 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x6A	0x82	未找到 NDEF 标签应用
值	-	0x6D	0x00	不支持类别
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.7.2 Capability Container Select 指令

RF 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 26 和表 27 分别定义‘Capability Container Select’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 26. Capability Container Select 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
-	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							
（空字段）							

**表 27. Capability Container Select 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6D	0x00	不支持类别
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.7.3 NDEF Select 指令

RF 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 28 和表 29 分别定义‘NDEF Select’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 28. NDEF Select 指令的 C-APDU**

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

**表 29. NDEF Select 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

**6.7.4**
**System File Select 指令**

RF 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。

R-APDU

表 30 和表 31 分别定义‘System File Select’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 30. 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							
(空字段)							

**表 31. System File Select 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x6A	0x82	未找到系统文件，无数据返回
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

**6.7.5**
**ReadBinary 指令**

收到 ReadBinary 指令后，ST25TAxxxB 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 ReadBinary 指令之前，应该先使用 Select 指令选择文件。

当启动偏移量 P1P2 小于 LEN（所选文件的长度）时，ReadBinary 指令响应成功（关于 CC 文件的详细信息，请参见第 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 32 和表 33 分别定义‘ReadBinary’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 32. 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						
所选文件中的偏移量 $0x0000 \leq P1P2 < LEN$						
(空字段)						
(空字段)						
要读取的字节数: $0x00 \leq Le \leq MLe$						

**表 33. ReadBinary 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	读取内容	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x69	0x85	禁止读访问
值	-	0x6A	0x80	Le 值错误 ( $> MLe$ )
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	起始地址错误 ( $P1P2 \geq LEN$ )
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.7.6 UpdateBinary 指令

收到 UpdateBinary 指令后, ST25TAxxxB 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, ST25TAxxxB 设备会请求时间扩展 (参见第 6.4 节 S-Block 格式)。

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

表 34 和表 35 分别定义 'UpdateBinary' 指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 34. 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 ( $0x01 \leq Lc \leq MLC$ )						
写入 ST25TAxxxB 存储器中的数据						
(空字段)						

**表 35. UpdateBinary 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x65	0x81	更新不成功



	数据	SW1	SW2	备注
值	-	0x69	0x85	禁止写访问
值	-	0x6A	0x80	错误的 Lc 值 (0 或 > MLc)
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	错误起始地址
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

## 6.8 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。

### 6.8.1 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)。当对 NDEF 文件的访问受到保护时，标签对 Verify 指令响应错误代码 0x6300。当禁止访问 NDEF 文件时，标签对 Verify 指令响应错误代码 0x6984。

当 Lc 字段等于 0x10 时，收到 Verify 指令后，ST25TAxxxB 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。

当密码验证成功之后，会授予整个 NDEF 文件的访问权限。

表 36 和表 37 分别定义 'Verify' 指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 36. Verify 指令的 C-APDU**

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						
其它: RFU						
0x00: 不存在密码						
0x10: 在数据字段中存在密码						
密码						
(空字段)						

**表 37. Verify 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	无需密码 (Lc = 0x0) 或密码正确 (Lc = 0x10)
值	-	0x69	0x84	不满足使用条件 (例如, 禁止访问 NDEF 文件)
值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x80	指令数据字段中的参数不正确
值	-	0x63	0x00	需要密码
值	-	0x63	0xCX	发送的密码不正确, X 表示可继续尝试的次数。
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 3.4 节 NDEF 文件密码

### 6.8.2 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 38 和表 39 分别定义‘Change Reference Data’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 38. Change Reference Data 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
-	0x00	0x24	2 字节	0x10	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						
其它: RFU						
0x10: 在数据字段中存在密码						
NDEF 新文件密码						
(空字段)						

**表 39. Change Reference Data 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	0	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成, 密码值已变更
值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
值	-	0x65	0x81	更新不成功
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x80	文件结构中的参数不正确
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.8.3 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。

指令的响应时间为~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 文件的保护模式。

表 40 和表 41 分别定义‘Enable Verification Requirement’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 40. Enable Verification Requirement 指令的 C-APDU**

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: 启用 READ PROTECTED 状态						
0x0002: 启用 WRITE PROTECTED 状态						
其它: RFU						
(空字段)						
(空字段)						
(空字段)						

**表 41. Enable Verification Requirement 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	0	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	保护模式改为 PROTECTED 状态
值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x80	指令数据字段中的参数不正确
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.8.4 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 文件的保护模式。

指令的响应时间为~6 ms。

表 42 和表 43 分别定义‘Disable Verification Requirement’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 42. Disable Verification Requirement 指令的 C-APDU**

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: 启用 READ UNPROTECTED 状态						
0x0002: 启用 WRITE UNPROTECTED 状态						
其它: RFU						
(空字段)						
(空字段)						
(空字段)						

**表 43. Disable Verification Requirement 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	0	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	保护模式设为 UNPROTECTED 状态
值	-	0x69	0x81	指令与文件结构不兼容
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
值	-	0x65	0x81	更新失败
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

## 6.9 意法半导体专有指令集

可向 RF 主机发送本节所述的指令集。

### 6.9.1 ExtendedReadBinary 指令

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

该指令的格式和行为与 ReadBinary 指令相同（参见第 6.7.5 节 ReadBinary 指令），唯一的区别是 C-APDU 中的 CLA 字段值（如表 44 中所示）。参见表 33. ReadBinary 指令的 R-APDU 获取返回代码和定义列表。

**表 44. ExtendedReadBinary 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
-	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						
(空字段)						
(空字段)						
要读取的字节数, 范围是 $0x00 \leq Le \leq MLe$						

### 6.9.2

#### EnablePermanentState 指令

该指令将 NDEF 文件的保护模式配置为‘READ FORBIDDEN’或‘WRITE FORBIDDEN’状态。其响应时间为~6 ms。

表 45 和表 46 分别定义‘EnablePermanentState’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 45. EnablePermanentState 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
-	0xA2	0x28	2 字节	-	-	-
类字节						
指令码						
新安全属性						
0x0001: 启用 READ FORBIDDEN 状态						
0x0002: 启用 WRITE FORBIDDEN 状态						
其它: RFU						
(空字段)						
(空字段)						
(空字段)						

**表 46. EnablePermanentState 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x65	0x81	更新失败
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

### 6.9.3

#### UpdateFileType 指令

该指令可以修改 CC 文件中 T 字段的值 (参见表 3. 文件标识符)。

只有当选择了应用程序和文件 0x0001, 并且之前将文件长度设置为 0x0000 (消息无效), 以及将保护模式设置为‘READ UNPROTECTED’状态和‘WRITE UNPROTECTED’状态时, 该指令才成功。

该指令的响应时间为 ~6 ms。

表 47 和表 48 分别定义‘UpdateFileType’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 47. UpdateFileType 指令的 C-APDU**

名称	CLA	INS	P1	P2	Lc	数据	Le
值	0xA2	0xD6	0x00	0x00	0x01	1 字节	-
类字节							
选择指令码							
P1 字段							
P2 字段							
数据的字节数							
文件类型							
-							

**表 48. UpdateFileType 指令的 R-APDU**

	数据	SW1	SW2	备注
长度	-	1 字节	1 字节	-
值	-	0x90	0x00	指令完成
值	-	0x69	0x82	不满足安全状态
值	-	0x6A	0x80	选择的 CC 文件或系统文件
值	-	0x6A	0x82	未找到文件或应用
值	-	0x6A	0x86	P1 或 P2 值错误
值	-	0x6*	0x**	请参见 第 6.6 节 状态和错误码

#### 6.9.4 SendInterrupt 指令

收到‘SendInterrupt’指令后，ST25TA02KB-D 或 ST25TA02KB-P 器件在 GPO 引脚上生成一个脉冲。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 49 和表 50 分别定义‘SendInterrupt’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 49. SendInterrupt 指令的 C-APDU**

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

**表 50. SendInterrupt 指令的 R-APDU**

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

### 6.9.5 StateControl 指令

在收到带有激活值 0x00 的 StateControl 指令时，ST25TA02KB-D 或 ST25TA02KB-P 器件将 GPO 引脚驱动到“活动”状态。在收到带有禁用值 0x01 的 StateControl 指令时，ST25TA02KB-D 或 ST25TA02KB-P 器件将 GPO 引脚返回到“非活动”状态。

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 和表 52 分别定义‘StateControl’指令的 C-APDU 和 R-APDU。

**表 51. StateControl 指令的 C-APDU**

	CLA	INS	P1 和 P2	Lc	数据	Le
长度	1 字节	1 字节	2 字节	1 字节	-	-
激活值	0xA2	0xD6	0x001F	0x01	0x00	-
禁用值	0xA2	0xD6	0x001F	0x01	0x01	-

**表 52. StateControl 指令的 R-APDU**

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

## 6.10 ISO14443-4 / NFC-A 指令集

本节描述用于激活和禁用标签的指令。

### 6.10.1 Anticollision 指令集

表 53 列出了只能由 RF 主机发出的指令。这些指令的格式在 NFC Forum 数字协议规范中说明。

**表 53. 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
	SEL_REQ	0x93 或 0x95
	SLP_REQ	0x50

1. 7 位编码。

提示

在响应 SEL\_PAR 值为 20h 的 SDD\_REQ 指令时，工作场中的 ST25TAxxxB 发送其 NFCID1 (NFCID1 CLn, n = 1 或 2) 请求的级联等级。ST25TAxxxB 的 NFCID1 包含 7 个字节。包含一个完整的 NFCID1 级联等级 (即, 即 NFCID1 CL1 或 NFCID1 CL2) 的响应的长度总是 5 个字节。响应的编码取决于 SEL\_CMD 字节的值和 NFCID1 的大小。有关详细信息, 请参见下述示例。

**表 54. 防冲突序列示例**

指令	代码	备注	响应	代码	备注
SENS_REQ 或 ALL-REQ	26 52	-	ATQA	42 00	UID 帧防冲突位 (双倍大小)
SDD_REQ 1	93 20	NVB 20 有效位数量 (2 字节代码和 NVB)	-	CT uid1 uid2 uid3 BCC	CT 级联标签“0x88” (UID 7 字节) BCC 块检验字符 (XOR 之前字节)
SEL_REQ 1	93 70 CT uid1 uid2 uid3 BBC	NVB 70 (cmd NVB Uid 低位字节) CT 级联标签“0x88”	SAK 和 CRC	04 DA17	不完整 UID
SDD_REQ 2	95 20	NVB 20 有效位数量 (2 字节代码和 NVB)	-	uid4 uid5 uid6 uid7 BCC	(UID 7 字节) BCC 块检验字符 (XOR 之前字节)
SEL_REQ 1	95 70 uid4 uid5 uid6 uid7 BBC	NVB 70 (cmd NVB Uid 高位字节)	SAK 和 CRC	20 FC70	完整的 UID



**6.10.2**
**RATS 指令和 ATS 响应**

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

表 55 详细说明了 RATS 指令。该指令应该在防冲突流程之后发送，并期望从 ST25TAxxxB 器件获得 ATS 响应（详见表 57）。

**表 55. 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 CRC 字节				

FSDI 字段对 FSD 进行编码，它定义了 RF 主机能够接收的最大量。表 56 给出了从 FSDI 到 FSD 的转换。

**表 56. 从 FSDI 到 FSD 的转换**

FSDI	0x0	0x1	0x2	0x3	0x4	0x5	0x6	0x7	0x8	0x9 -0xE	0xF
FSD	16	24	32	40	48	64	96	128	256	RFU	256

DID（动态 ID，在所有指令中，有选择地受到 ST25TAxxxB 影响（由主机确定），赋予 ST25TAxxxB 地址）字段定义已编址 ST25TAxxxB 的值。

当 DID 不为“0”时，如果它包含的 DID 与 RATS 期间受 ST25TAxxxB 影响的 DID 不同，则 ST25TAxxxB 会忽略该指令。

**表 57. ATS 响应**

名称	TL	T0	TA(1)	TB(1)		TC(1)	CRC
字节字段	0x05	0x75	0x80	0x60		0x02	2 字节
位字段	-	-	-	b7 -b4	b3 -b0	-	-
ATS 响应的长度							
FSCI = 5 → FSC = 64 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 (FWI = 6 → FWT = 19.2 ms)							
SFGI 字段 (SFGI = 0 → SFGT = 302 μs)							
支持 DID							
2 CRC 字节							

FSCI 编码 FSC，它表示 ST25TAxxxB 可接收的最大帧大小。ST25TAxxxB 可接收最大 64 字节的指令。如果 RF 主机发送了大于 64 字节的指令，则 ST25TAxxxB 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 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，它是读写器在收到 ST25TAxxxB 的响应后，应该等待的最短时间。

**6.10.3**
**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 指令允许用户更改上行（RF 主机到 ST25TAxxxB）和下行（ST25TAxxxB 到 RF 主机）数据速率。可以有选择地使用该指令，因为 ST25TAxxxB 器件在两个方向上只支持 106 Kb/s。

**表 58. PPS 指令**

名称	INS (PPSS)		PPS0	PPS1			CRC
字节字段	0xDX		0x11	1 字节			2 字节
位字段	b7 -b4	b3 -b0	-	b7 -b4	b3 -b2	b1 -b0	-
说明	指令码	DID	PPS1 存在	RFU	下行数据率 (106 kbit/s) = 0b00	上行数据率 (106 kbit/s) = 0b00	CRC

应依照表 59 中的说明，编码上下行数据率。

**表 59. 上下行数据率编码**

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

当 ST25TAxxxB 收到表 58 中描述的 PPS 请求时，返回以下响应。该响应的数据速率为 106 kbps。表 60 给出了 PPS 响应的详细信息。

**表 60. PPS 响应**

名称	响应 (PPSS)		CRC
字节字段	0xDX		2 字节
位字段	b7 -b4	b3 -b0	-
说明	响应码	DID 字段	CRC

#### 6.10.4 DESELECT 指令

DESELECT 指令和响应的定义请参见 ISO/IEC 14443-4，PICC A 类协议停用。

该指令可以使标签处于待机电源模式（关闭射频场也可以达到此状态）。

它由射频主机发送的 S(DES)请求块（见第 6.4 节 S-Block 格式）和标签作为确认发送的 S(DES)响应组成。

## 7 功能流程

除了 NFC Forum Type 4 标签规范中描述的 NDEF 检测、NDEF 读和 NDEF 写流程，ST25TAxxxB 器件支持本节描述的用于管理 NDEF 文件保护的流程。

### 7.1 保护 NDEF 文件

RF 主机执行此流程以启用对 NDEF 文件的读或写保护。该流程可以由第 7.3 节 撤销对 NDEF 文件的保护中描述的恢复。

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
4. 通过发送带有足够安全属性的 EnableVerificationRequirement 指令来激活保护（参见第 6.8.3 节 Enable Verification Requirement 指令）

### 7.2 访问受保护的 NDEF 文件

RF 主机执行该流程以访问之前被密码保护的 NDEF 文件。

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用 Verify 指令传输读或写密码（根据受保护的访问）
4. 使用 ReadBinary 或 UpdateBinary 指令访问 NDEF 文件

### 7.3 撤销对 NDEF 文件的保护

RF 主机执行此流程以禁用对 NDEF 文件的读或写访问保护。该流程可以由第 7.1 节 保护 NDEF 文件中描述的恢复。

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
4. 通过发送带有足够安全属性的 DisableVerificationRequirement 指令来禁用保护（参见第 6.8.4 节 Disable Verification Requirement 指令）。

### 7.4 锁定 NDEF 文件

RF 主机执行该流程以永久禁止对 NDEF 文件的读或写访问。与第 7.1 节 保护 NDEF 文件中描述的流程相比，该流程不可逆。

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
4. 发送具有足够安全属性的 EnablePermanentState 指令（参见第 6.9.2 节 EnablePermanentState 指令）

### 7.5 达到‘只读’状态

RF 主机执行该流程将标签设置为 NFC T4T 规范中定义的‘只读’状态

1. 使用 NFC T4T 规范中的 NDEF Write 流程写一个非空 NDEF 消息
2. 使用...中描述的流程锁定写访问 第 7.4 节 锁定 NDEF 文件

### 7.6 更改密码

RF 主机执行该流程以修改用于保护 NDEF 文件的读或写密码

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 选择 NDEF 文件
3. 使用带有足够安全属性的 Verify 指令传输旧密码值（参见第 6.8.1 节 Verify 指令）

4. 使用具有相同安全属性的 `ChangeReferenceData` 指令传输新密码值（参见第 6.8.2 节 `Change Reference Data` 指令）

## 7.7 更改文件类型

RF 主机执行此流程以更改 CC 文件中 T 字段的值

1. 选择 NDEF 标签应用
2. 使用 'NDEF Select' 指令选择文件 0x0001
3. 使用...中详细介绍的过程取消对所有文件的访问保护 第 7.3 节 撤销对 NDEF 文件的保护
4. 使用 `UpdateBinary` 指令将文件长度设置为 0x0000
5. 发送一个 `UpdateFileType` 指令，以新的 T 字段值作为数据（参见第 6.9.3 节 `UpdateFileType` 指令）

**Caution:** 如果 T 字段被设置为与 0x04 不同的值，则文件 0x0001 就不再是 NDEF 文件，而是一个专有文件，并且标签处于 NFC Forum 规定的范围之外的状态。

## 8 UID: 唯一标识符

每个 ST25TAxxxB 器件由 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 61 说明了 UID 格式。

**表 61. UID 格式**

	0x02	1 字节 <sup>(1)</sup>	5 字节
IC 厂商码			
产品码			
设备号			

1. 该字节即 ST25TA02KB 的 0xE3、ST25TA02KB-P 的 0xA3、ST25TA02KB-D 的 0xF3、以及 ST25TA512B 的 0xE4。

## 9 最大额定值

如果对设备施加的压力超出了表 62 中列出的额定值，可能会对其造成永久损坏。这些仅仅是耐受额定值，并不意味着设备可在这些条件下或是超出本说明书工作原理部分指示的任何条件下工作。长期处在绝对最大额定值的条件下会影响器件的可靠度。

**表 62. 绝对最大额定值**

符号	参数		最小	最大值	单位
T <sub>A</sub>	环境工作温度		-40	85	°C
T <sub>STG</sub>	存放条件	UV 载带上的已切割晶圆	15	25	°C
t <sub>STG</sub>			-	9 <sup>(1)</sup>	月
t <sub>STG</sub>			以初始封装形式保存		
T <sub>STG</sub>	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		-	9 <sup>(2)</sup>	月
I <sub>CC</sub> <sup>(3)</sup>	RF 供电电流 AC0 - AC1		-	100	uA
V <sub>MAX_1</sub> <sup>(3)</sup>	RF 输入电压幅度处于 AC0 和 AC1 之间，V <sub>SS</sub> 板左侧浮空	V <sub>AC0</sub> - V <sub>AC1</sub> (峰-峰)	-	10	V
V <sub>ESD</sub>	静电放电电压 (人体模型) <sup>(4)</sup>	AC0 - AC1	-	2000	V

1. 从意法半导体发货日期算起。
2. 从意法半导体生产 (包装) 日起计算。
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 (符合 JEDEC Std JESD22-A114A, C1 = 100 pF, R1 = 1500 W, R2 = 500 W)。

## 10 GPO 特性

本节概括了 GPO 特性的工作和测量条件。直流和交流特性来自各测量条件下的测试，这些测量条件在以下表格中有概括。GPO I/O 符合 CMOS 标准。

### 10.1 CMOS GPO 特性（仅 ST25TA02KB-P）

**表 63. CMOS GPO 工作条件**

符号	参数	最小	最大值	单位
V <sub>DCG</sub>	GPO 电源	1.65	5.5	V

**表 64. CMOS GPO 直流电气特性**

符号	参数	测试条件	最小	典型值	最大值	单位
V <sub>OL</sub>	输出低电压 (GPO)	I <sub>OL</sub> = 0.7 mA, V <sub>DCG</sub> = 1.65 V	-	-	0.2 V <sub>DCG</sub>	V
V <sub>OH</sub>	输出高电压 (GPO)	I <sub>OH</sub> = -0.7 mA, V <sub>DCG</sub> = 1.65 V	0.8 V <sub>DCG</sub>	-	-	
V <sub>OL</sub>	输出低电压 (GPO)	I <sub>OL</sub> = 2 mA, V <sub>DCG</sub> = 2.7 V	-	-	0.2 V <sub>DCG</sub>	
V <sub>OH</sub>	输出高电压 (GPO)	I <sub>OH</sub> = -2 mA, V <sub>DCG</sub> = 2.7 V	0.8 V <sub>DCG</sub>	-	-	
V <sub>OL</sub>	输出低电压 (GPO)	I <sub>OL</sub> = 4 mA, V <sub>DCG</sub> = 5.5 V	-	-	0.2 V <sub>DCG</sub>	
V <sub>OH</sub>	输出高电压 (GPO)	I <sub>OH</sub> = -4 mA, V <sub>DCG</sub> = 5.5 V	0.8 V <sub>DCG</sub>	-	-	
I <sub>L_VDCG</sub>	输入泄漏(V <sub>DCG</sub> )	V <sub>DCG</sub> = 1.8 V, T = 90 °C	-	5	75	nA
		V <sub>DCG</sub> = 2.7 V, T = 90 °C	-	6	100	
		V <sub>DCG</sub> = 5.5 V, T = 90 °C	-	14	150	

**表 65. CMOS GPO 交流特性**

符号	参数	测试条件	最小	最大值	单位
t <sub>f</sub> (IO) out	输出下降时间 <sup>(1)</sup>	CL = 50 pF, V <sub>DCG</sub> = 1.65 V 到 5.5 V	-	90 <sup>(2) (3)</sup>	ns
t <sub>r</sub> (IO) out	输出上升时间 <sup>(1)</sup>	CL = 50 pF, V <sub>DCG</sub> = 1.65 V 到 5.5 V	-	90 <sup>(3)</sup>	ns

1. V<sub>ref(t)</sub> 输出时序参考电平 0.3 V<sub>DCG</sub>~0.7 V<sub>DCG</sub> V。

2. 当 GPO 设置为 RF 场检测模式时，可能需要更长的时间回到静音位置，具体取决于 ST25TAxxxB 动作 (~20 ms)。

3. 仅工作的特性。

提示

GPO（通用输出）可以在至少 0.7 mA@1.65 V、2 mA@2.7 V、以及 4 mA@5.5 V 时提供拉电流或灌电流。

## 10.2 漏极 GPO 特性 (仅 ST25TA02KB-D)

**表 66. 漏极 GPO 工作条件**

符号	参数	最小	最大值	单位
$V_{PULL-UP}$	上拉供电	1.65	5.5	V

**表 67. 漏极 GPO 直流电特性**

符号	参数	测试条件	最小	最大值	单位
$V_{OL}^{(1)}$	输出低电压 (GPO)	$I_{OL} = 1 \text{ mA}$ 上拉供电 = 1.65 - 5.5 V	-	0.4 V	V

1. 仅定性。



## 11 GPO 参数

本节列出了各种配置的典型（仅定性）GPO 时序。

**表 68. GPO 时序测量**

GPO 字段	I/F	条件	指令	符号	典型值	单位	
会话打开	0x10	RF	当会话处于活动状态时, GPO 处于活动状态	NDEF select	CmdEOFtoGPActive <sup>(1)</sup>	170	μs
	或 0x90		GPO 返回 处于非活动状态	取消选择	CmdEOFtoGPIInactive <sup>(2)</sup>	370	
WIP	0x20	RF	编程时, GPO 处于活动状态	Update Binary	CmdEOFtoGPActive	75	μs
	或 0xA0				写入时间期间 (无时间扩展)	<sup>(3)</sup>	
消息正在处理	0x30	RF	修改 NDEF 时, GPO 处于活动状态	UpdateBinary (消息长度#0)	CmdEOFtoGPActive <sup>(1)</sup>	75	μs
	或 0xB0			UpdateBinary	写入时间期间 (无时间扩展)	<sup>(3)</sup>	
中断	0x40	RF	收到中断指令后, GPO 处于活动状态	SendInterrupt	CmdEOFtoGPActive <sup>(1)</sup>	75	μs
	或 0xC0				脉冲时长	540	
状态控制	0x50	RF	GPO 处于活动状态 激活时	StateControl(0)	CmdEOFtoGPActive <sup>(1)</sup>	60	μs
	或 0xD0		停用后, GPO 回到非活动状态	StateControl(1)	CmdEOFtoGPIInactive <sup>(2)</sup>	60	
RF 忙	0x60	RF	收到 RF 指令后, GPO 处于活动状态	Anticollision 指令或开始 RF 干扰 <sup>(4)</sup>	CmdSOFtoGPActive <sup>(5)</sup>	6	μs
	或 0xE0	RF	取消选择或另一协议的 RF 指令后, GPO 返回非活动状态	取消选择或 射频干扰结束 <sup>(4)</sup>	CmdEOFtoGPIInactive <sup>(2)</sup>	460	
场检测	0x70	RF	出现射频场时, GPO 处于活动状态	-	t <sub>FDETON</sub>	140	μs
	或 0xF0				t <sub>FDETOFF</sub>	20	

1. CmdEOFtoGPActive 等于面向 ST25TA02KB-P 的 CmdEOFtoGPHigh、以及面向 ST25TA02KB-D 的 CmdEOFtoGPLow。
2. CmdEOFtoGPIInactive 等于面向 ST25TA02KB-P 的 CmdEOFtoGPLow、以及面向 ST25TA02KB-D 的 CmdEOFtoGPHz。
3. 写入时间是消息长度的函数, 由 ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-P 自动管理。NDEF 消息映射到 16 字节的内存块上。每个基本块的典型更新持续时间为 6 ms, 包括内部验证。
4. 使用另一 RF 协议的指令。
5. CmdSOFtoGPActive 等于面向 ST25TA02KB-P 的 CmdSOFtoGPHigh、以及面向 ST25TA02KB-D 的 CmdSOFtoGPLow。

## 12 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，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 69. 默认工作条件**

符号	参数	最小	最大值	单位
T <sub>A</sub>	环境工作温度	-40	85	°C

**表 70. RF 特性**

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f <sub>C</sub>	外部 RF 信号频率	-	13.553	13.56	13.567	MHz
H_ISO	根据 ISO 的工作场	T <sub>A</sub> = 0°C 到 50°C	1500	-	7500	mA/m
H_Extended	扩展温度范围中的工作场	T <sub>A</sub> = -40°C 到 85°C	100	-	7500	mA/m
H <sub>min</sub>	场检测，设置字段	T <sub>A</sub> = -40°C 到 85°C	-	50	-	mA/m
MI <sub>CARRIER</sub>	100%载波调制指数	MI = (A - B) / (A + B)	90	-	100	%
t <sub>1</sub>	暂停 A 长度	-	28 / f <sub>C</sub>	-	40.5 / f <sub>C</sub>	μs
t <sub>2</sub>	暂停 A 低时间	-	7 / f <sub>C</sub>	-	t <sub>1</sub>	μs
t <sub>3</sub>	暂停 A 上升时间	-	1.5 t <sub>4</sub>	-	16 / f <sub>C</sub>	μs
t <sub>4</sub>	暂停 A 上升时间部分	-	0	-	6 / f <sub>C</sub>	μs
t <sub>MIN CD</sub>	载波生成到第一个数据的最短时间	从 H <sub>min</sub>	-	-	5	us
W <sub>t</sub>	一页的 RF 写入时间（包括内部验证）	-	-	4.468 <sup>(1)</sup>	-	us
C <sub>TUN</sub> 中的电容值 <sup>(2)</sup>	内部调谐电容 仅定性， <sup>(4)</sup>	f <sub>C</sub> = 13.56 MHz	45	50	55	pF
t <sub>RF_OFF</sub>	RF OFF 时间	芯片复位	-	-	0.1	us

1. 更新 NDEF 消息长度时，指令 EOF 和响应 SOF 之间的时间间隔。

2. 参见

3. 表 72. 订购信息方案

4. 仅室温，在 V<sub>AC0</sub>-V<sub>AC1</sub> = 5 V 峰峰下测量，13.56 MHz。

**提示**

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：4
- 导线宽度：0.5 mm
- 两导线间距：0.5 mm
- 调谐电容值：50 pF (ST25TAxxxB)
- 线圈值：2.5 μH
- 调谐频率：14.2 MHz。

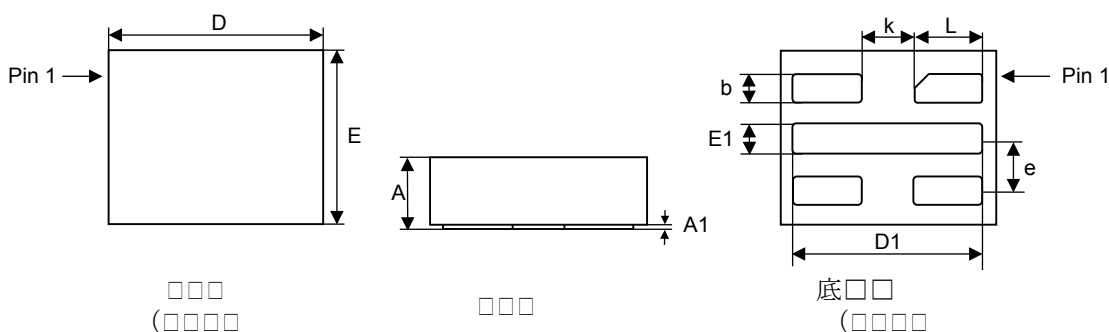
## 13 封装信息

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® 的规格、等级定义和产品状态可在 [www.st.com](http://www.st.com) 上查询。

ECOPACK® 是意法半导体的商标。

### 13.1 UFDFPN5 封装信息

图 24. UFDFPN5 - 5 引线, 1.7 × 1.4 mm, 0.55 mm (厚度) 封装图



1. 最大值封装翘曲为 0.05 mm。
2. 露铜并非系统性，根据横截面可能部分或全部出现。
3. 图纸未按比例绘制。

表 71. UFDFPN5 - 5 引线, 1.7 × 1.4 mm, 0.55 mm (厚度) 封装机械数据

符号	毫米			英寸 <sup>(1)</sup>		
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值
A	0.500	0.550	0.600	0.0197	0.0217	0.0236
A1	0.000	-	0.050	0.0000	-	0.0020
b 尺寸 <sup>(2)</sup>	0.175	0.200	0.225	0.0069	0.0079	0.0089
D	1.600	1.700	1.800	0.0630	0.0669	0.0709
D1	1.400	1.500	1.600	0.0551	0.0591	0.0630
E	1.300	1.400	1.500	0.0512	0.0551	0.0591
E1	0.175	0.200	0.225	0.0069	0.0079	0.0089
e	-	0.400	-	-	0.0157	-
L	0.500	0.550	0.600	0.0197	0.0217	0.0236
L1	-	0.100	-	-	0.0039	-
k	-	0.400	-	-	0.0157	-

1. 英寸值由毫米值换算而来，四舍五入至 4 位小数。
2. b 用于镀层端子，测得其距端子顶部的距离在 0.15mm 和 0.30mm 之间。

## 14 订购信息

**表 72. 订购信息方案**

示例:	ST25	T	A	02K/512	B	-A/P/D	C	6	F/G/H	5
设备类型										
ST25 = RF 存储器										
产品类型										
T = Tags + RFID										
协议										
A = ISO14443-A										
存储密度										
02K = 2 Kb										
512 = 512 位										
产品版本										
B = 版本 B										
接口										
A = 无										
P = P-CMOS GPO										
D = 漏极 GPO										
特性										
C = 计数器										
工作温度										
6 = - 40 °C 至 85 °C										
封装										
F = 已切割凸起晶圆, 75 ± 10 μm										
G = 已切割凸起晶圆, 120 ± 10 μm										
H = UFDFPN5 封装 (仅 ST25TA02KB-D 和 ST25TA02KB-D)										
电容										
5 = 50 pF										

**提示**

标记为“ES”，“E”或伴随有工程样片通知书的部件尚不合格，因此不能用于生产，由此产生的任何后果都与 ST 无关。在任何情况下，ST 都不负责这些工程样片的客户生产使用。在决定使用这些工程样片进行资格认证之前，必须联系 ST 质量部门。

## 版本历史

表 73. 文档版本历史

日期	版本	变更
2017 年 11 月 13 日	1	初始版本。
2018 年 9 月 27 日	2	增加了： <ul style="list-style-type: none"><li>第 4.2.1 节 非活动配置（GPO 字段 = 0x00 或 0x80）</li></ul> 更新了： <ul style="list-style-type: none"><li>第 4.2 节 通用输出（GPO），仅在 ST25TA02KB-D/P 上可用</li><li>第 4.2.2 节 会话打开的配置（GPO 字段 = 0x10 或 0x90）</li></ul>

## 目录

<b>1</b>	功能描述.....	<b>2</b>
<b>1.1</b>	功能模式.....	<b>4</b>
<b>1.1.1</b>	标签模式.....	<b>5</b>
<b>2</b>	信号说明.....	<b>6</b>
<b>2.1</b>	天线线圈（AC0, AC1）.....	<b>6</b>
<b>2.2</b>	接地（VSS），仅在 ST25TA02KB-P 和 ST25TA02KB-D 上可用.....	<b>6</b>
<b>2.3</b>	GPO 电源电压（VDCG），仅在 ST25TA02KB-P 上可用.....	<b>6</b>
<b>2.3.1</b>	工作供电电压 VDCG.....	<b>6</b>
<b>2.3.2</b>	上电条件.....	<b>6</b>
<b>2.4</b>	通用输出（GPO），仅在 ST25TA02KB-P 和 ST25TA02KB-D 上可用.....	<b>6</b>
<b>3</b>	ST25TAxxxB 存储器管理.....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	存储器结构.....	<b>7</b>
<b>3.1.1</b>	文件标识符.....	<b>7</b>
<b>3.1.2</b>	CC 文件布局.....	<b>7</b>
<b>3.1.3</b>	NDEF 文件布局.....	<b>8</b>
<b>3.1.4</b>	系统文件布局.....	<b>9</b>
<b>3.2</b>	对 NDEF 文件的读写访问权限.....	<b>10</b>
<b>3.2.1</b>	读写保护模式.....	<b>11</b>
<b>3.2.2</b>	读写访问条件.....	<b>11</b>
<b>3.2.3</b>	更改读保护模式.....	<b>12</b>
<b>3.2.4</b>	更改写保护模式.....	<b>12</b>
<b>3.3</b>	授予访问时长.....	<b>13</b>
<b>3.4</b>	NDEF 文件密码.....	<b>13</b>
<b>4</b>	特性.....	<b>14</b>
<b>4.1</b>	读/写计数器.....	<b>14</b>
<b>4.2</b>	通用输出（GPO），仅在 ST25TA02KB-D/P 上可用.....	<b>14</b>
<b>4.2.1</b>	非活动配置（GPO 字段 = 0x00 或 0x80）.....	<b>14</b>
<b>4.2.2</b>	会话打开的配置（GPO 字段 = 0x10 或 0x90）.....	<b>14</b>
<b>4.2.3</b>	WIP 写入正在进行的配置（GPO 字段 = 0x20 或 0xA0）.....	<b>16</b>
<b>4.2.4</b>	MIP NDEF 消息写入正在进行的配置（GPO 字段 = 0x30 或 0xB0）.....	<b>17</b>

4.2.5	INT 中断的配置 (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)	18
4.2.6	状态控制的配置 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)	19
4.2.7	RF 忙的配置 (GPO 字段 = 0x60 或 0xE0)	20
4.2.8	场检测的配置 (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)	21
4.3	TruST25™ 数字签名功能	21
5	通信机制	22
5.1	主和从	22
6	RF 指令集	23
6.1	指令集结构	24
6.2	I-Block 格式	24
6.2.1	C-APDU: 指令的净负荷格式	25
6.2.2	R-APDU: 响应的净负荷格式	26
6.3	R-Block 格式	26
6.4	S-Block 格式	27
6.5	RF 帧的 CRC	28
6.6	状态和错误码	28
6.7	NFC Forum Type 4 标签协议	29
6.7.1	NDEF Tag Application Select 指令	29
6.7.2	Capability Container Select 指令	30
6.7.3	NDEF Select 指令	30
6.7.4	System File Select 指令	31
6.7.5	ReadBinary 指令	31
6.7.6	UpdateBinary 指令	32
6.8	ISO/IEC 7816-4 指令	33
6.8.1	Verify 指令	33
6.8.2	Change Reference Data 指令	34
6.8.3	Enable Verification Requirement 指令	35
6.8.4	Disable Verification Requirement 指令	36
6.9	意法半导体专有指令集	36
6.9.1	ExtendedReadBinary 指令	36
6.9.2	EnablePermanentState 指令	37

6.9.3	UpdateFileType 指令	37
6.9.4	SendInterrupt 指令	38
6.9.5	StateControl 指令	39
6.10	ISO14443-4 / NFC-A 指令集	40
6.10.1	Anticollision 指令集	40
6.10.2	RATS 指令和 ATS 响应	41
6.10.3	PPS 指令和响应	41
6.10.4	DESELECT 指令	42
7	功能流程	43
7.1	保护 NDEF 文件	43
7.2	访问受保护的 NDEF 文件	43
7.3	撤销对 NDEF 文件的保护	43
7.4	锁定 NDEF 文件	43
7.5	达到‘只读’状态	43
7.6	更改密码	43
7.7	更改文件类型	44
8	UID: 唯一标识符	45
9	最大额定值	46
10	GPO 特性	47
10.1	CMOS GPO 特性 (仅 ST25TA02KB-P)	47
10.2	漏极 GPO 特性 (仅 ST25TA02KB-D)	48
11	GPO 参数	49
12	RF 电气参数	50
13	封装信息	51
13.1	UFDFPN5 封装信息	51
14	订购信息	52
	版本历史	53
	目录	54
	表一览	57
	图一览	59



**表一览**

表 1.	信号名称	3
表 2.	功能模式	4
表 3.	文件标识符	7
表 4.	CC 文件布局	7
表 5.	NDEF 文件布局	8
表 6.	字段列表	9
表 7.	有关计数器配置字段的详细信息	10
表 8.	GPO 字段的详细信息	10
表 9.	读保护模式	11
表 10.	写保护模式	11
表 11.	读访问条件 (CCRD 值)	11
表 12.	写访问条件 (CCWR 值)	11
表 13.	RF 指令集	23
表 14.	I-Block 格式	24
表 15.	I-Block 格式的 PCB 字段	24
表 16.	C-APDU 格式	25
表 17.	R-APDU 格式	26
表 18.	R-Block 格式	26
表 19.	R-Block 格式的 PCB 字段	26
表 20.	S-Block 格式	27
表 21.	S-Block 格式的 PCB 字段	27
表 22.	ST25TAxxxB 的状态码	28
表 23.	ST25TAxxxB 的错误码	28
表 24.	NDEF Tag Application Select 指令的 C-APDU	29
表 25.	NDEF Tag Application Select 指令的 R-APDU	29
表 26.	Capability Container Select 指令的 C-APDU	30
表 27.	Capability Container Select 指令的 R-APDU	30
表 28.	NDEF Select 指令的 C-APDU	30
表 29.	NDEF Select 指令的 R-APDU	31
表 30.	System File Select 指令的 C-APDU	31
表 31.	System File Select 指令的 R-APDU	31
表 32.	ReadBinary 指令的 C-APDU	32
表 33.	ReadBinary 指令的 R-APDU	32
表 34.	UpdateBinary 指令的 C-APDU	32
表 35.	UpdateBinary 指令的 R-APDU	32
表 36.	Verify 指令的 C-APDU	33
表 37.	Verify 指令的 R-APDU	34
表 38.	Change Reference Data 指令的 C-APDU	34
表 39.	Change Reference Data 指令的 R-APDU	35
表 40.	Enable Verification Requirement 指令的 C-APDU	35
表 41.	Enable Verification Requirement 指令的 R-APDU	35
表 42.	Disable Verification Requirement 指令的 C-APDU	36
表 43.	Disable Verification Requirement 指令的 R-APDU	36
表 44.	ExtendedReadBinary 指令的 C-APDU	37
表 45.	EnablePermanentState 指令的 C-APDU	37
表 46.	EnablePermanentState 指令的 R-APDU	37
表 47.	UpdateFileType 指令的 C-APDU	38
表 48.	UpdateFileType 指令的 R-APDU	38
表 49.	SendInterrupt 指令的 C-APDU	38
表 50.	SendInterrupt 指令的 R-APDU	39
表 51.	StateControl 指令的 C-APDU	39
表 52.	StateControl 指令的 R-APDU	39

表 53.	RF 主机发出的指令	40
表 54.	防冲突序列示例	40
表 55.	RATS 指令	41
表 56.	从 FSDI 到 FSD 的转换	41
表 57.	ATS 响应	41
表 58.	PPS 指令	42
表 59.	上下行数据率编码	42
表 60.	PPS 响应	42
表 61.	UID 格式	45
表 62.	绝对最大额定值	46
表 63.	CMOS GPO 工作条件	47
表 64.	CMOS GPO 直流电气特性	47
表 65.	CMOS GPO 交流特性	47
表 66.	漏极 GPO 工作条件	48
表 67.	漏极 GPO 直流电特性	48
表 68.	GPO 时序测量	49
表 69.	默认工作条件	50
表 70.	RF 特性	50
表 71.	UFDFPN5 - 5 引线, 1.7 × 1.4 mm, 0.55 mm (厚度) 封装机械数据	51
表 72.	订购信息方案	52
表 73.	文档版本历史	53

## 图一览

图 1.	框图 - ST25TA02KB 和 ST25TA512B	2
图 2.	框图 - ST25TA02KB-P	2
图 3.	框图 - ST25TA02KB-D	3
图 4.	5 引脚封装连接 - ST25TA02KB-D	3
图 5.	5 引脚封装连接 - ST25TA02KB-P	3
图 6.	GPO 使用的应用实例 - ST25TA02KB-D	4
图 7.	GPO 使用的应用实例 - ST25TA02KB-P	5
图 8.	更改读保护模式	12
图 9.	更改写保护模式	12
图 10.	CMOS GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0x10 或 0x90)	15
图 11.	漏极 GPO 配置为会话打开 (GPO 字段 = 0x10 或 0x90)	15
图 12.	CMOS GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x20 或 0xA0)	16
图 13.	漏极 GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x20 或 0xA0)	16
图 14.	CMOS GPO 配置为 WIP (GPO 字段 = 0x30 或 0xB0)	17
图 15.	漏极 GPO 配置为 MIP (GPO 字段 = 0x30 或 0xB0)	17
图 16.	CMOS GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)	18
图 17.	漏极 GPO 配置为 INT (GPO 字段 = 0x40 或 0xC0)	18
图 18.	CMOS GPO 配置为状态控制 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)	19
图 19.	漏极 GPO 配置为状态控制 (GPO 字段 = 0x50 或 0xD0)	19
图 20.	CMOS GPO 配置为 RF 忙 (GPO 字段 = 0x60 或 0xE0)	20
图 21.	漏极 GPO 配置为 RF 忙 (GPO 字段 = 0x60 or 0xE0)	20
图 22.	CMOS GPO 配置为‘场检测’ (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)	21
图 23.	漏极 GPO 配置为‘场检测’ (GPO 字段 = 0x70 或 0xF0)	21
图 24.	UFDFPN5 - 5 引线, 1.7 × 1.4 mm, 0.55 mm (厚度) 封装图	51



重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“意法半导体”）保留随时对意法半导体产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于意法半导体产品的最新信息。意法半导体产品的销售依照订单确认时的相关意法半导体销售条款。

买方自行负责对意法半导体产品的选择和使用，意法半导体概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

意法半导体不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的意法半导体产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致意法半导体针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是意法半导体的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2018 STMicroelectronics - 保留所有权利