



十速

TM52/TM57系列

ATK 使用方法补充

Application Note

Rev 1.0

tenx reserves the right to change or discontinue the manual and online documentation to this product herein to improve reliability, function or design without further notice. **tenx** does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein; neither does it convey any license under its patent rights nor the rights of others. **tenx** products are not designed, intended, or authorized for use in life support appliances, devices, or systems. If Buyer purchases or uses tenx products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold tenx and its officers, employees, subsidiaries, affiliates and distributors harmless against all claims, cost, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use even if such claim alleges that tenx was negligent regarding the design or manufacture of the part.

修改记录

Version	Date	Description
V1.0	Jul, 2016	New release.

目录

修改记录.....	2
PRODUCT NAME	4
ATK 的使用方法(补充)	4
普通版 ATK 的使用方法	5
1. 普通版更新环境变量的方法.....	5
2. 关于更新周期的设置.....	6
3. 关于下限比较阈值触发数值的设置.....	6
4. 关于触发事件留存的补偿.....	7
加强版 ATK 的使用方法	8
1. 关于上下限比较阈值的设置.....	10

PRODUCT NAME

TM52 系列 TM57 系列 MCU, 具備 ATK 功能者, 詳如下表

ATK 的使用方法(补充)

Tenx 触摸按键 IC, 许多具备 H/W 自动模式按键检测 (ATK) 功能。H/W 会以特定周期, 自动检测触摸数据。按键触摸事件发生时, 检测数据会下降, 如果按键的数据小于预先设定的下限比较阈值, 则 H/W 产生中断并唤醒 CPU。

具备 ATK 之 IC, 涵盖如下差异

- 仅仅具备**下限比较阈值**, 可以被按键触发唤醒, 称之为普通版。
- 除开具备**下限比较阈值**, 增加**上限比较阈值**, 用于因温度、湿度、电压等环境变化导致数值向上浮动。此时可触发唤醒来更新环境数值。因此有**上限比较阈值**的 IC, 是有环境变化唤醒功能, 相对于普通版, 我们称之为加强版。
- 在某些加强版 IC, 还有额外增加**触发事件留存**功能, 具备此功能 IC, 唤醒后保留 H/W 检测触摸通道数据, 可供软件判断按键状态使用

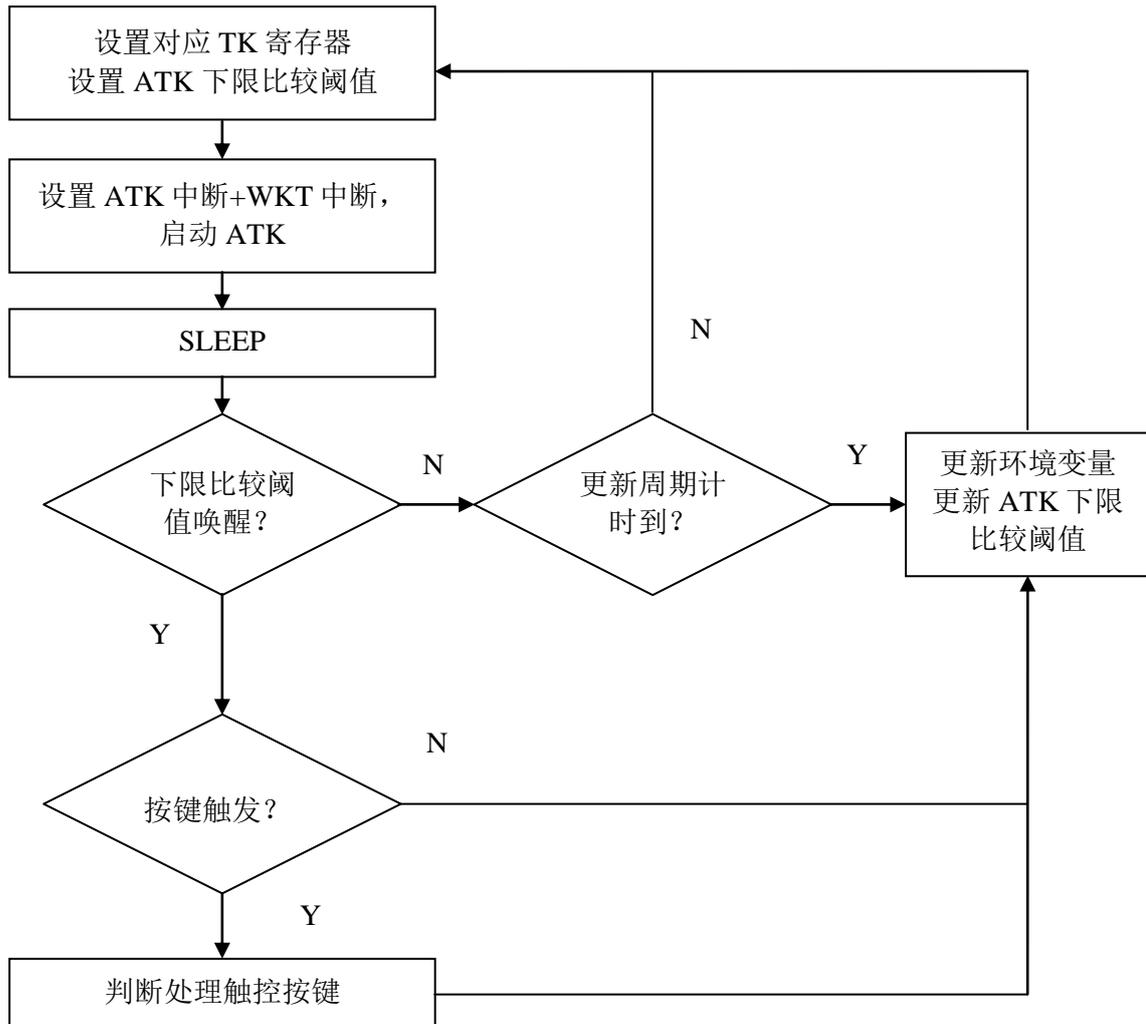
当前 IC 具备 ATK 及版本汇总如下:

P/N	ATK 类型	上限比较阈值	触发事件留存
TM52F2261	普通版	N	N
TM52F2280	普通版	N	N
TM52F2268	加强版	Y	Y
TM52F2230	普通版	N	N
TM52F5268	普通版	N	N
TM52F5278	普通版	N	N
TM52F5276	加强版	Y	Y
TM57M5526	加强版	Y	Y
TM57M5528	加强版	Y	Y
TM57M5558	加强版	Y	Y
TM57M5541	加强版	Y	Y
TM57PT16	普通版	N	N
TM57PT16B	普通版	N	N
TM57MT21	加强版	Y	N
TM57MT21A	加强版	Y	Y
TM57MT20	普通版	N	N

普通版 ATK 的使用方法

1. 普通版更新环境变量的方法

普通版仅有下限比较阈值, 需要开启 WKT(或其他可从睡眠唤醒的定时器中断), 定时从睡眠状态唤醒, 监测环境变化。



2. 关于更新周期的设置

WKT (或从睡眠唤醒的定时器中断) 用来计时更新环境变量的时间。时间选择的原则是根据产品使用的环境变化率及功耗之间取得平衡数值

开启 WKT 后, 增加了程序执行的时间, 同时增加了功耗。因此, 普通版的功耗会高于加强版的功耗。

增加的功耗取决于唤醒周期及唤醒后执行程序的时间。

周期越短, 功耗越大。以 TM57PT16 为例, 在 2 通道, 设置为最短 WKT 时间时, 功耗可以是数倍于不使用 WKT 的方式。将更新时间拉长到 1 分钟左右, 功耗仅略高于不使用 WKT 唤醒的方式。

执行时间越长, 功耗越大。

因此, 在可以及时更新环境变化的最小时间作为更新周期。若环境变化不剧烈, 这个时间可以从数秒到数分钟都可行。

NOTE: 寄存器设置方式参考指定 IC DATASHEET

3. 关于下限比较阈值触发数值的设置

下限比较阈值触发有两种可能性

- 按键触发
- 环境改变触发 (包含噪音触发)

建议区分触发源的方式:

- 使用砵码判断触发源
- 在环境改变与按键触发差异较大时, 可根据变化率区分。但是即使按键触发唤醒也要在处理按键后, 及时更新环境数值后, 再次进入睡眠。

设置下限比较阈值的范围

定义环境变化率

1. 当电压从 5V 下降到 4V 时, 触控通道的数值变化约减小 2.2% (不同 IC 有少许差异)
2. 当温度从 15 度上升到 25 度, 触控通道数值变化约减小 1.5% (不同 IC 有少许差异)
3. 硬件设置噪音控制在 1% 以下

例如：

BL= 进入睡眠前未按键数值

TKP = 按键按键变化最大数值

DV = 环境改变 2.2% 数值

因此建议设置触发下限阈值= $BL - ((TKP - DV) / 2 + DV)$

例如：

BL= 进入睡眠前未按键数值 392

TKP = 按键按键最大变化数值 23

DV = 环境改变 2.2% 变化数值 8

阈值= $392 - ((23 - 8) / 2 + 8) = 377$

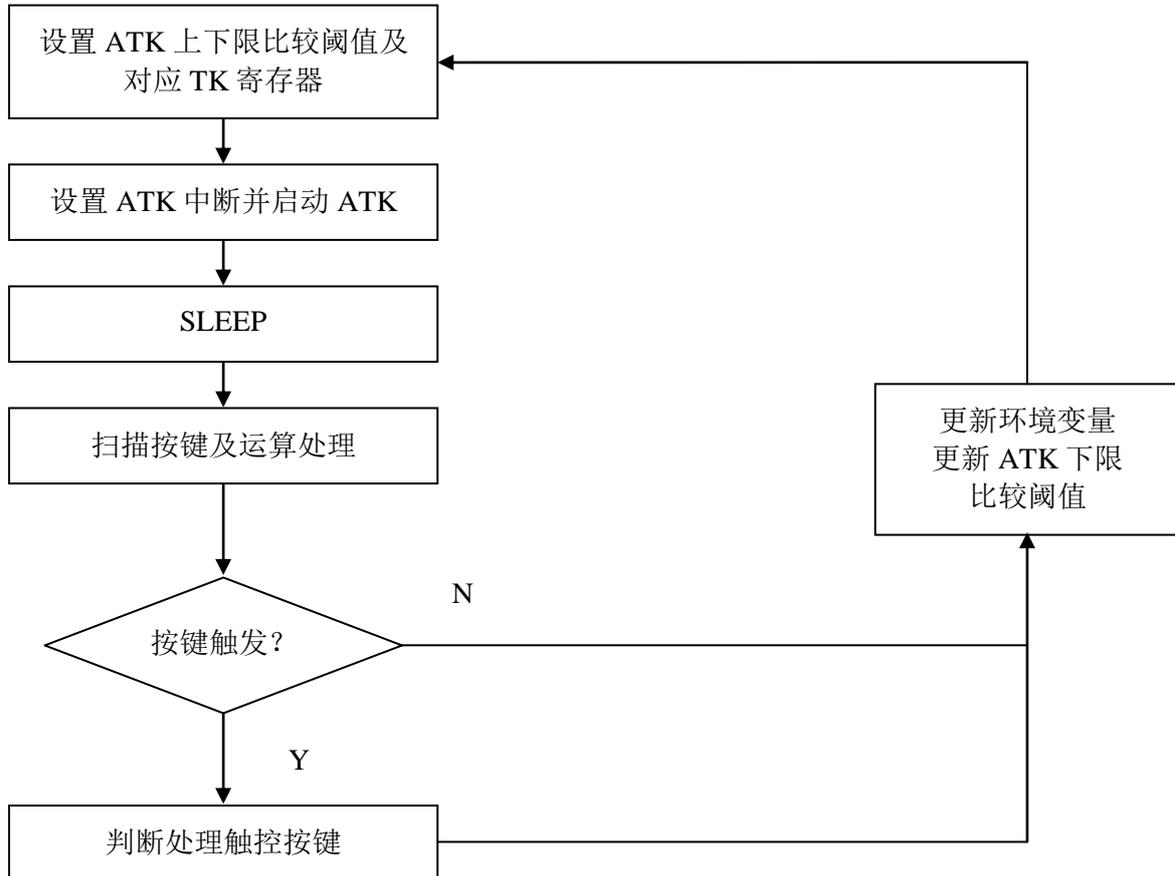
4. 关于触发事件留存的补偿

在通常情况下，在睡眠状态按键数值与正常工作时基本相同，也不排除有微小差异。因此加强版有保存最后触发时的现场。

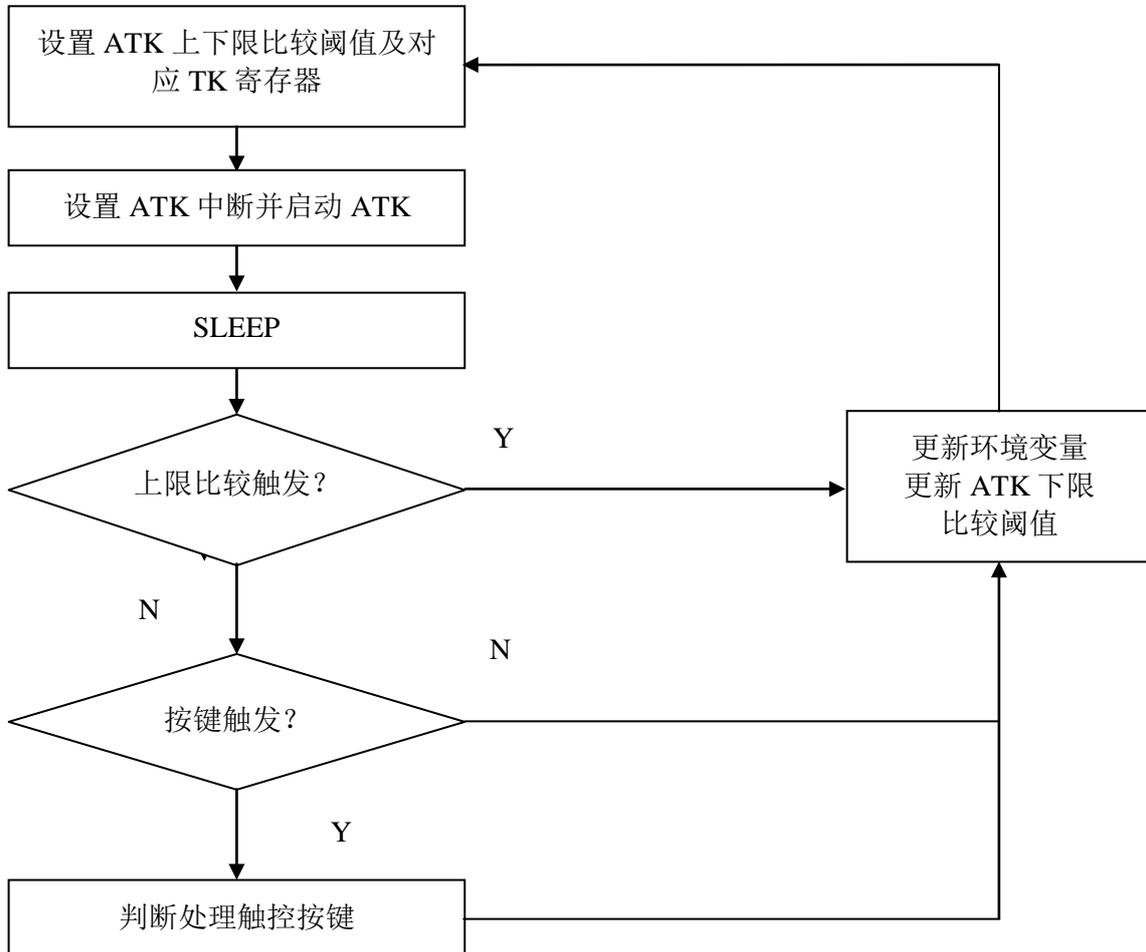
普通版，没有保存唤醒后的触控通道的数值。使用时，若设置数值无法按键唤醒时，可以使用无限趋近法验证数值，也可使用我们提供的工具自动产生触发数值。

加强版 ATK 的使用方法

- 有上下限比较阈值设置, 唤醒时, 没有指示触发时上限触发或下限触发的 ATK, 如 TM57MT21



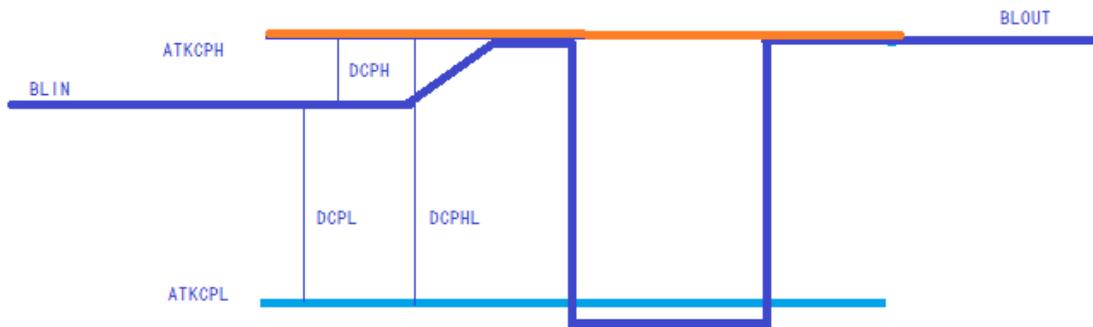
- 有上下限比较阈值设置, 唤醒时, 有指示触发时上限触发或下限触发的 ATK, 如 TM52F5541



1. 关于上下限比较阈值的设置

上限比较阈值, 主要用来在温度, 湿度, 电压等环境变化导致触控数值上浮时, 可以唤醒 IC, 及时更新。

下限比较阈值, 主要用来触控按键按下, 及温度, 湿度, 电压等环境变化导致数值下降时唤醒 IC。



上下限比较阈值可以独立设置, 但是设置参数要结合上下限同时设置。

上限设置时, 主要考虑环境变化多少需要唤醒更新环境值, 及功耗, 避免经常唤醒增加功耗。

下限设置时, 主要考虑按键触发的区间, 同时要结合上限比较阈值。

BLIN = 进入睡眠前未按键数值

TKP = 按键按键最大变化数值

DCPH = 设置上限比较值与 BLIN 差值

DCPL = 设置下限比较值与 BLIN 差值

DCPHL = 设置上限比较值与设置下限比较值的差值

DV = 环境变化触发更新数值

为保证睡眠后, 环境漂移接近上限比较值时, 仍可按键触发下限唤醒, 因此上下限设置数值必须满足如下条件:

$$\mathbf{TKP > DCPH + DCPL}$$

$$DCPL = ((TKP - DV) / 2 + DV)$$

$$DCPH = DV$$

考虑到按键的灵敏度, 因此 DCPH 要在保证功耗的情况下尽量取最小值

举例 1: 假设 DV 设置为 +1%, 也就是室温约 +6 度, 电压约 +0.3V 唤醒更新环境数值

$$BLIN = 392$$

$$TKP = 23$$

$$DV = 392 * 1\% = 4$$

$$\text{上限比较阈值} = 392 + 4$$

$$\text{下限比较阈值} = 392 - ((23 - 4) / 2 + 4) = 392 - 14$$

此时 DCPL=14, DCPH=4, 当睡眠时, 漂移到上限时, 按下按键 23 仍旧大于 $14 + 4 = 18$, 按键仍可以触发下限比较数值, 同时, 若继续向上漂移, 会触发上限比较阈值及时更新环境值。

举例 2: 假设 DV 设置为 +2.2%, 也就是室温约 10 度

$$BLIN = 392$$

$$TKP = 23$$

$$DV = 392 * 2.2\% = 9$$

$$\text{上限比较阈值} = 392 + 9$$

$$\text{下限比较阈值} = 392 - ((23 - 9) / 2 + 9) = 392 - 16$$

此时

$$DCPL + DCPH = 25, \text{ 大于按键的最大数值 TKP } 23.$$

若不发生漂移, 按键时仍可触发下限比较阈值。但是若睡眠时向上漂移接近上限时, 此时按键就无法触发下限比较阈值。会导致无法唤醒。