

UTA6901 数据手册



2011 年 6 月

目录

目录	I
1. 应用领域	1
2. UTA6901 特性	1
3. 功能框图	2
4. 管脚信息	3
5. 功能描述	5
5.1. 时序	5
5.1.1. SPI 时序	5
5.1.2. STOP 使能时序	6
5.1.3. 复位时序	6
5.2. 操作寄存器	7
5.2.1. 配置寄存器参数	7
5.2.2. 结果寄存器及数据输出格式	11
5.3. 测量范围 1	12
5.3.1. 概述	12
5.3.2. 测量流程	13
5.4. 测量范围 2	17
5.4.1. 概述	17
5.4.2. 测量流程	18
5.4.3. Stop 屏蔽窗口	21
5.5. 振荡器	22
5.5.1. 高速振荡器	22
5.5.2. 32.768 kHz 振荡器	22
5.5.3. 校准高速陶瓷振荡器	23
5.5.4. 时钟校准在应用中的注意事项	23
5.6. 脉冲发生器	24
5.6.1. 概述	24
5.6.2. 设置	24
5.7. 温度测量	26
5.8. SPI 接口	27
5.9. 快速初始化	28
5.10. 噪声单元	28
5.11. 电源	28
5.11.1. 电源电压	28
5.11.2. 电流消耗	28
6. 典型应用 (超声波热量计)	29
6.1. 概述	29
6.2. 设置	29
6.3. 流量测量	30
6.4. 电流消耗	31
7. 电气特性	32
7.1. 极限工作参数	32

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直线: 0755-82785581.
 手机: 15012764936
 工作QQ: 872633911.
 传真: 0755-82785458.
 地址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>



7.2.	推荐使用工作条件.....	32
7.3.	直流特性.....	32
7.4.	时间测量单元.....	33
7.5.	温度测量单元.....	33
8.	封装信息.....	34
9.	缩略语说明.....	36
10.	版本记录.....	36

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 Q Q：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



1. 应用领域

UTA6901 是针对超声波计量领域的专用芯片，片内集成 50ps 高精度时间测量单元、高速脉冲发生器单元、温度测量单元等，这些特性使得 UTA6901 非常适合应用于超声波流量计和超声波热量计等产品中。

2. UTA6901 特性

时间测量范围 1

- | 双通道测量，测量范围 0 ~ 1.38us，典型分辨率 50ps rms
- | 连续脉冲分辨能力为 15ns，每个通道可进行 4 次采样
- | 可测量 4 次采样中任意 2 个采样之间的时间间隔
- | 可设置上升沿/下降沿单独触发或双边沿触发
- | 噪声单元

时间测量范围 2

- | 单通道，测量范围 $2 \times T_{ref} \sim 4ms@4MHz$ ，典型分辨率 50ps rms
- | 连续脉冲分辨能力为两个校准时钟周期，可进行 3 次采样
- | 可设置上升沿/下降沿单独触发或双边沿触发
- | 为三次采样分别提供三个精度 < 10ns 的屏蔽窗口

温度测量单元

- | 外接两个或者四个温度传感器
- | 可选择 PT500/PT1000 或者更高的温度传感器
- | 有效分辨率可达 16 位（每个铂电阻的分辨率可达 0.004 °C）
- | 超低的电流消耗（若 10 秒测量一次，平均电流约 0.18uA）

脉冲发生器

- | 可产生频率、相位和脉冲个数都可编程控制的脉冲序列
- | 输出管脚能被单独地设置为高阻态
- | FIRE2 输出信号可以被反向使信号的振幅加倍

振荡器

- | 32.768KHz 振荡器
- | 2-8MHz 振荡器
- | 时钟校准单元

SPI 通信接口

- | 兼容 4 线 SPI 标准接口，
- | 支持 Clock Phase Bit = 1，Clock Polarity Bit = 0 设置下的 SPI 标准

其他

- | LQFP32 封装
- | 供电电压：IO 1.8 ~ 3.6V；Core 1.8V ~ 3.6V；
- | 温度范围 -40 ~ 125
- | ESD 2KV

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 QQ：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



4. 管脚信息

UTA6901 管脚分布图如图 4.1 所示

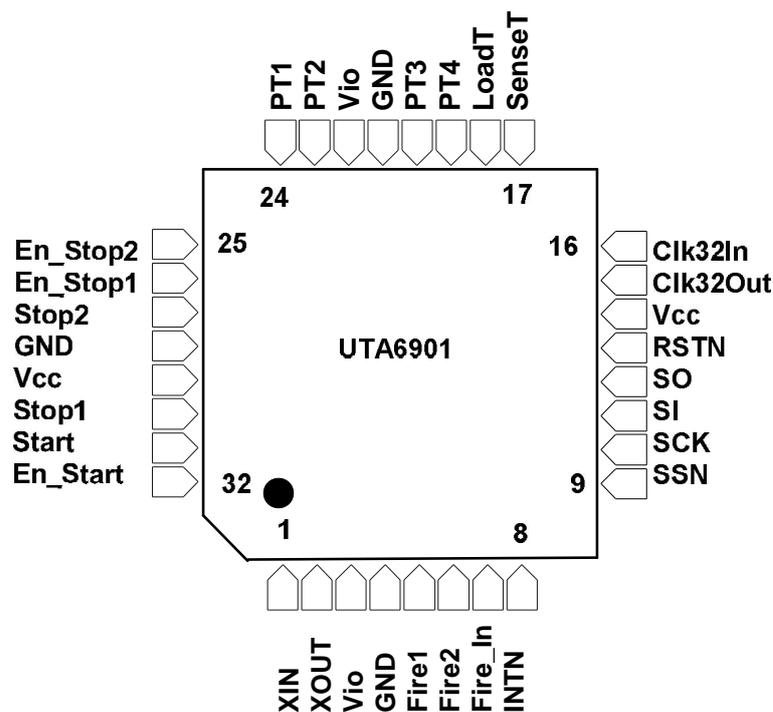


图 4.1 UTA6901 管脚分布图

表 4.1 UTA6901 管脚功能描述

序号	名称	描述
1.	Xin	高速振荡器输入端，不用时接地
2.	Xout	高速振荡器输出端
3.	Vio	IO 供电电源
4.	GND	地
5.	Fire1	脉冲发生器输出 1，最大驱动能力 48mA
6.	Fire2	脉冲发生器输出 2，最大驱动能力 48mA
7.	Fire_In	“声环法”输入，不用时接地
8.	INTN	中断信号输出，低有效
9.	SSN	SPI 接口的从器件选择输入，低有效
10.	SCK	SPI 时钟输入引脚
11.	SI	SPI 数据输入引脚
12.	SO	SPI 数据输出引脚
13.	RSTN	复位信号输入
14.	Vcc	Core 电源引脚
15.	Clk32Out	32K 振荡器输出，不用时悬空
16.	Clk32In	32K 振荡器输入，不用时接地
17.	SenseT	温度测量的传感器信号输入
18.	LoadT	温度测量的电容充电输出引脚
19.	PT4	测温电阻 4 接入端，详细接法见后续描述

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 QQ：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



20.	PT3	测温电阻 3 接入端，详细接法见后续描述
21.	GND	地
22.	Vio	芯片 IO 供电电压
23.	PT2	测温电阻 2 接入端，详细接法见后续描述
24.	PT1	测温电阻 2 接入端，详细接法见后续描述
25.	En_Stop2	通道二 Stop 使能端，高有效，不用时接 Vio
26.	En_Stop1	通道一 Stop 使能端，高有效，不用时接 Vio
27.	Stop2	Stop2 脉冲输入引脚，不用时接地
28.	GND	地
29.	Vcc	Core 电源引脚
30.	Stop1	通道一 Stop 脉冲输入引脚，不用时接地
31.	Start	Start 脉冲输入引脚
32.	En_Start	Start 通道使能引脚，不用时接 Vio

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
 直 线：
 手 机：
 工作 Q Q：
 传 真：
 地 址：
 公司主页：

李外兵先生
 0755-82785581.
 15012764936
 872633911.
 0755-82785458.
 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



5. 功能描述

5.1. 时序

若无特殊说明,以下特性参数均是在 $V_{CC}=3.3V\pm 0.3V$,环境温度为 $-40 \sim +85$ 的条件下测得。

5.1.1. SPI 时序

串行接口时序 (SPI 兼容, Clock Phase Bit =1, Clock Polarity Bit =0)

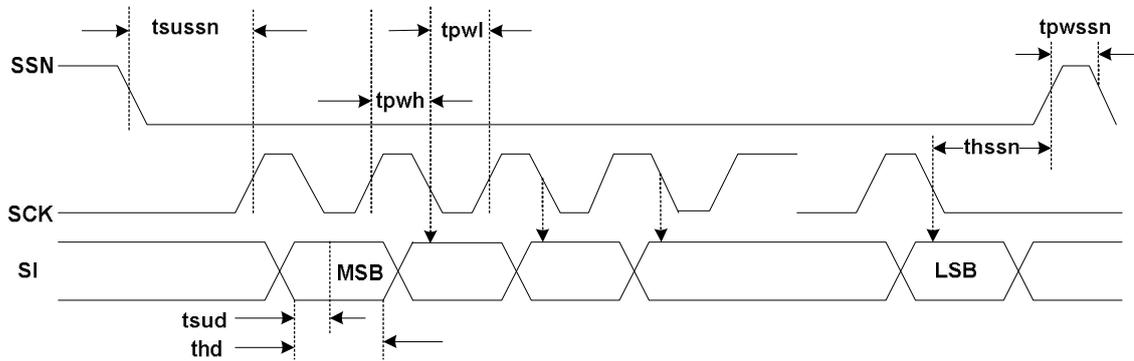


图 5.1.1 SPI 写时序

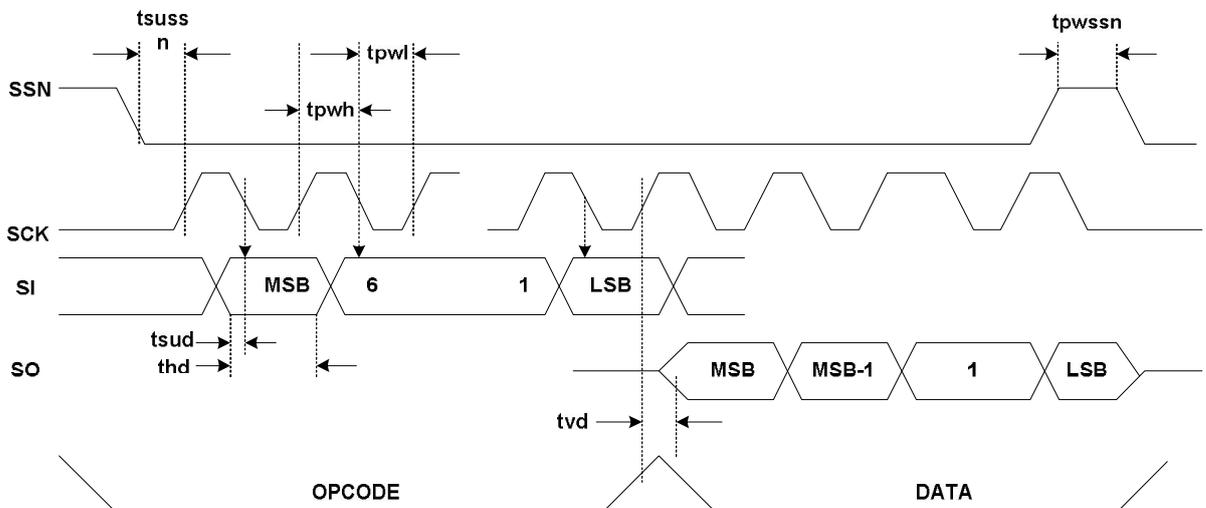


图 5.1.2 SPI 读时序

表 5.1.1 SPI 时序参数

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位
tpwh	Serial clock, pulse width high	50	25	20	ns
tpwl	Serial clock, pulse width low			50	ns
tsussn	SSN enable to valid latch clock	20	40	10	ns
tpwssn	SSN pulse width between write cycles	50	30	20	ns
thssn	SSN hold time after SCLK falling	70	40	25	
tsud	Data set-up time prior to SCLK falling	10	5	5	ns
thd	Data hold time before SCLK falling	10	5	5	ns
tvd	Data valid after SCLK rising	30	20	16	ns

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直线: 0755-82785581.
 手机: 15012764936
 工作QQ: 872633911.
 传真: 0755-82785458.
 地址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>



5.1.2. STOP 使能时序

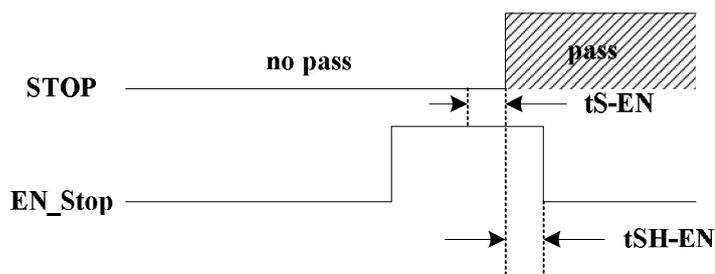


图 5.1.3 STOP 使能时序

表 5.1.3 STOP 使能时序参数

参数	描述	最小值(ns)	最大值(ns)
t_{S-EN}	Enable Setup Time	5 ns	-
t_{SH-EN}	Enable Hold Time	5 ns	-

5.1.3. 复位时序

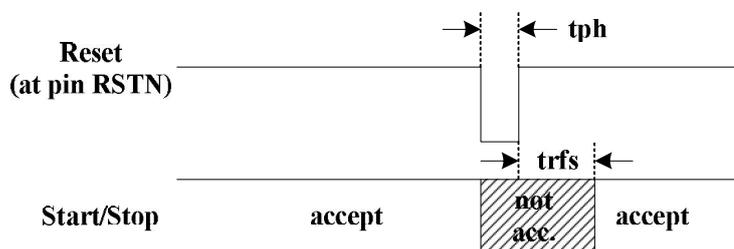


图 5.1.4 复位时序

图 5.1.4 复位时序参数

参数	描述	最小值 (ns)	最大值 (ns)
tph	Reset pulse width	50 ns	-
trfs	Time after rising edge of reset pulse before hits are accepted	200 ns	-

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

 李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


5.2. 操作寄存器

UTA6901 包含 6 个 24 位的只写配置寄存器、4 个 32 位只读的结果寄存器和 1 个只读的 16 位状态寄存器，为使芯片正常工作，需要首先通过 INTN 引脚复位或者 SPI 命令上电复位。

5.2.1. 配置寄存器参数

表 5.2.1 配置寄存器 (Reg0 ~ Reg5)

Bit	Reg0	def	Reg1	def	Reg2	def	Reg3	def	Reg4	def	Reg5	def					
23	RIRE#	0	HIT2	0	EN_INT	0	sc	0	sc	0	CONF_FIRE	0					
22		0		1		0	sc	0	sc	0		0					
21		0		0		1	EN_ERR_VAL	0	sc	1		0					
20		0		1	RFEDGE2	0	SEL_TIMO_MR2	1	sc	0	EN_STARTNOISE	0					
19	DIV_FIRE	0	HIT1	0	RFEDGE1	0	DELVAL1	DELVAL2	DELVAL3	1	sc	0	sc	1			
18		0		1	0	0				0	0	0	0	0	0		
17		0		0	0	0				0	0	0	0	0	REPEAT_FIRE	0	
16		0		1	0	0				0	0	0	0	0	0		
15	CALRES#	0	EN_FAST_INIT	0	DELVAL1	DELVAL2	DELVAL3	DELVAL3	DELVAL3	0	PHASE_FIRE	0					
14		0	sc	1						0		0	0	0	0	0	
13	CIKHSDiv	0	HITIN2	0						0		0	0	0	0	0	0
12		0		0						0		0	0	0	0	0	
11	START_CIKHS	0		0						0		0	0	0	0	0	0
10		1		0						0		0	0	0	0	0	
9	PORT#	1	HITIN1	0						0		0	0	0	0	0	0
8	TCycle	0		0						0		0	0	0	0	0	
7	No_FAKE	0	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
6	SelClkT	1	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
5	Calibrate	1	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
4	DisAutoCal	0	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
3	MRange2	1	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
2	NEG_STOP2	0	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
1	NEG_STOP1	0	sc	0						0		0	0	0	0	0	0
0	NEG_START	0	sc	0						0		0	0	0	0	0	0

注：sc 为厂商测试位，禁止设置默认值以外的其他值，否则将导致芯片工作不正常
def 为上电复位后的默认值

表 5.2.2 配置寄存器 0

位	名称	描述	数值
寄存器 0			
0	NEG_START	反向 start 输入	0 = 非反向输入，上升沿 1 = 反向输入，下降沿
1	NEG_STOP1	反向 stop1 输入	0 = 非反向输入，上升沿

深圳市力拓辉电子有限公司

联系人：李外兵先生
 直线：0755-82785581.
 手机：15012764936
 工作 QQ：872633911.
 传真：0755-82785458.
 地址：深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页：<http://www.lthdz-group.com/>



			1 = 反向输入, 下降沿
2	NEG_STOP2	反向 stop2 输入	0 = 非反向输入, 上升沿 1 = 反向输入, 下降沿
3	MRange2	测量范围选择	0 = 测量范围 1 1 = 测量范围 2
4	DisAutoCal	在 TDC 中启动或停止自动校准功能	0 = 测量后自动校准 1 = 非自动校准
5	Calibrate	ALU 中启动或停止自动校准计算	0 = 关闭 (仅限测量范围 1) 1 = 启动
6	SelClkT	选择用于温度测量的内部周期时钟参考的信号	0 = 32.768 kHz 时钟 1 = 128 * CLKHS 作为时钟周期(用 4MHZ 高速时钟时为 32us)
7	FAKE#	温度测量开始时的热身测量循环次数	0 = 2 次 1 = 7 次
8	TCycle	设置循环时间	0 = 128us 循环时间 1 = 512us 循环时间 (推荐)
9	PORT#	设置测量温度的引脚数量	0 = 2 个温度脚 (PT1 and PT2) 1 = 4 个温度脚
10-11	START_CLKHS	开启高速振荡器	0 = Oscillator off 1 = Oscillator on 2 = 设置时间 = 640 微秒 3 = 设置时间 = 10 毫秒
12-13	ClkHSDiv	设置 CLKHS 的预划分器	0 = 除以 1 1 = 除以 2 2 = 除以 4 3 = 除以 4
14-15	CALRES#	设置标定陶瓷振荡器周期的数目	0 = 2 periods = 61.035us 1 = 4 periods = 122.07us 2 = 8 periods = 244.14us 3 = 16 periods = 488.281us
16-19	DIV_FIRE	设置脉冲发生器时钟频率的分频系数	0 = 禁用 1 = 除以 2 2 = 除以 3 3 = 除以 4 ... 15 = 除以 16
20-23	FIRE#	设置脉冲发生器产生脉冲的数目	0 = 关闭 1 = 1 个 2 = 2 个 3 = 3 个 ... 15 = 15 个

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室.
<http://www.lthdz-group.com/>



表 5.2.3 配置寄存器 1

位	名称	描述	数值	
寄存器 1				
8-10	HITIN1	stop1 通道的预期脉冲数	0 = 关闭 1 = 1 hit 2 = 2 hits 3 = 3 hits 4 = 4 hits 5 to 7 = 禁用	
11-13	HITIN2	stop2 通道的预期脉冲数	0 = 关闭 1 = 1 hit 2 = 2 hits 3 = 3 hits 4 = 4 hits 5 to 7 = 禁用	
15	EN_FAST_INIT	启动快速初始化功能	0 = 关闭功能 1 = 启动功能	
16-19	HIT1	定义 ALU 数据处理的计算方式 MRange1: HIT1 - HIT2 MRange2: HIT2 - Start	MRange1: 0 = Start 1 = 1. Stop Ch1 2 = 2. Stop Ch1 3 = 3. Stop Ch1 4 = 4. Stop Ch1 5 = no action 6 = Cal1 Ch1 7 = Cal2 Ch1 9 = 1. Stop Ch2 A = 2. Stop Ch2 B = 3. Stop Ch2 C = 4. Stop Ch2	MRange2: 1 = Start
20-23	HIT2	定义 ALU 数据处理的计算方式 MRange1: HIT1 - HIT2 MRange2: HIT2 - Start	MRange1: 0 = Start 1 = 1. Stop Ch1 2 = 2. Stop Ch1 3 = 3. Stop Ch1 4 = 4. Stop Ch1 5 = no action 6 = Cal1 Ch1 7 = Cal2 Ch1 9 = 1. Stop Ch2 A = 2. Stop Ch2 B = 3. Stop Ch2 C = 4. Stop Ch2	MRange2: 2 = 1. Stop Ch1 3 = 2. Stop Ch1 4 = 3. Stop Ch1

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
 直 线:
 手 机:
 工作 QQ:
 传 真:
 地 址:
 公司主页:

 李外兵先生
 0755-82785581.
 15012764936
 872633911.
 0755-82785458.
 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


表 5.2.4 配置寄存器 2

位	名称	描述	数值
寄存器 2			
0-18	DELVAL1	为内部的使能 stop 脉冲而设的延迟时间, start 通道 1 第 1 个脉冲。Tref 的倍数, 14 位整数部分, 5 位小数部分	DELVAL1 = 0 to 16383.96875
19	RFEDGE1	stop 1 通道的边沿敏感性	0 = 上升或下降沿 1 = 上升和下降沿
20	RFEDGE2	stop 2 通道的边沿敏感性	0 = 上升或下降沿 1 = 上升和下降沿
21-23	EN_INT	利用或门启动不同的中断触发	Bit 23 = Timeout 中断触发位 Bit 22 = End Hits 中断触发位 Bit 21 = ALU 中断触发位

表 5.2.5 配置寄存器 3

位	名称	描述	数值
寄存器 3			
0-18	DELVAL2	为内部的使能 stop 脉冲而设的延迟时间, start 通道 1 第 2 个脉冲。Tref 的倍数, 14 位整数部分, 5 位小数部分	DELVAL2 = 0 to 16383.96875
19-20	SEL_TIMO_MR2	为测量范围 2 设置超时时间	3 = 4.096ms @ 4 MHZ CLKHS 2 = 1.024ms @ 4 MHZ CLKHS 1 = 256us @ 4 MHZ CLKHS 0 = 64us @ 4 MHZ CLKHS
21	EN_ERR_VAL	设置是否要求 ALU 在测量异常时写入 0xFFFFFFFF 到结果寄存器	0 = 关闭 1 = 写入结果寄存器

表 5.2.6 配置寄存器 4

位	名称	描述	数值
寄存器 4			
0-18	DELVAL3	为内部的使能 stop 脉冲而设的延迟时间, start 通道 1 第 3 个脉冲。Tref 的倍数, 14 位整数部分, 5 位小数部分	DELVAL3 = 0 to 16383.96875

表 5.2.7 配置寄存器 5

位	名称	描述	数值
寄存器 5			
0-15	PHASE_FIRE	Fire 脉冲的相位设置	0 = 不进行转相位 1 = 对脉冲进行移相位
16-18	REPEAT_FIRE	“声环法”的脉冲重复次数设定	0 = 不重复 1 = 1 次重复 2 = 2 次重复 ... 7 = 7 次重复
21-23	CONF_FIRE	脉冲触发器的输出设置	Bit 23 = 1 反向输出 Fire2 Bit 22 = 1 关闭输出 Fire2 Bit 21 = 1 关闭输出 Fire1

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

 李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


5.2.2. 结果寄存器及数据输出格式

表 5.2.8 读寄存器/数据输出格式

地址	名称	位数	描述
0	RES_0	32	测量结果 1, 固定浮点数, 16 位整数部分, 16 位小数部分 2^{15} $2^0, 2^1$ 2^{-16}
1	RES_1	32	测量结果 2, 固定浮点数, 16 位整数部分, 16 位小数部分
2	RES_2	32	测量结果 3, 固定浮点数, 16 位整数部分, 16 位小数部分
3	RES_3	32	测量结果 4, 固定浮点数, 16 位整数部分, 16 位小数部分
4	STAT	16	15 - 13 12 11 10 9 8-6 5-3 2-0
			保留位 短路 断路 范围 2 超时 TDC 溢出 Ch2 的 Hits 数 Ch1 的 Hits 数 结果指针
5	REG_1	8	显示写寄存器 1 中的高 8 位, 用来测试通信

数据结构和结果寄存器的分配由操作模式和被存储数据是否是校准值决定, 以下几点必须注意:

1. 只有在测量范围 1 中才可能出现负值。
2. 测量范围 2 中只有正值, 以无符号数形式出现。
3. 只有测量范围 1 中才可以进行非校准测量。
4. 在测量范围 1 中采用校准测量时, 被测时间间隔不能大于两个校准时钟周期。如果被测时差大于两个校准时钟周期, ALU 溢出并在相应结果寄存器中写入 0xFFFFFFFF。

a. 测量范围 1, 进行校准(Calibrate = 1)

测量结果是内部基准时钟周期的倍数, 内部基准时钟等于外部基准时钟除以 DIV_CLKHS (DIV_CLKHS = 1、2、4)。校准值是 32 位定点数, 由 16 位整数和 16 位小数组成。因此一个校准值占用一个结果寄存器。串行输出从最高位(2^{15})开始, 以最低位(2^{-16})结束, 数据以 2 的补码形式存在。

$$\text{Time} = \text{RES}_X \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS} = \text{RES}_X \times T_{\text{ref}}$$

$$\text{Time} < 2 \times T_{\text{ref}}$$

b. 测量范围 1, 不进行校准(Calibrate = 0)

非校准值是典型的有符号整数, 以 16 位值的形式被存储在结果寄存器的高字单元(WORD)。结果寄存器的低字单元(WORD)被设为 0。结果代表最低有效位的个数, 以 2 的补码形式存在。

$$\text{Time} = \text{RES}_X \times \text{LSB} \quad \text{RES}_X \times 50\text{ps}$$

c. 测量范围 2

在测量范围 2 中, UTA6901 只支持校准测量。测量结果是内部基准时钟周期的倍数, 内部基准时钟等于外部基准时钟除以 DIV_CLKHS (DIV_CLKHS = 1、2、4)。校准值是 32 位定点数, 由 16 位整数和 16 位小数组成。因此一个校准值占用一个结果寄存器。串行输出从最高位(2^{15})开始, 以最低位(2^{-16})结束, 以 2 补码形式存在。

$$\text{Time} = \text{RES}_X \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS} = \text{RES}_X \times T_{\text{ref}}$$

d. 状态寄存器

表 5.2.9 状态寄存器

名称	描述	数值
Pointer Result-Register	指针指向下一个空结果寄存器地址	
# of Hits Ch 1	显示在 channel 1 记录下的第几次脉冲数	
# of Hits Ch 2	显示在 channel 2 记录下的第几次脉冲数	
Timeout TDC	TDC 溢出标志	1 = 溢出
Timeout Precounter	测量范围 2 中 14 位预计计数器溢出标志	1 = 溢出
Error open	温度传感器断路故障标志	1 = 断路
Error short	温度传感器短路故障标志	1 = 短路

深圳市力拓辉电子有限公司

 联系人:
直 线:
手 机:
工作 Q Q:
传 真:
地 址:
公司主页:

 李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


5.3. 测量范围 1

5.3.1. 概述

- | 两个 stop 通道共用一个 start 通道
- | 每个通道的典型分辨率 50pS RMS (root mean square)
- | 间隔脉冲对的分辨能力为 15ns
- | 每个 stop 通道都可以进行 4 次采样
- | 测量范围：2.0ns ~ 1.38us
- | 可设置上升沿/下降沿单独触发或双边沿触发
- | ENABLE 引脚提供强大的 stop 信号使能功能
- | 可测量任意两个信号之间的时差

数字 TDC 是以测量信号通过内部门电路的传播延迟来进行高精度时间间隔测量，图 5.3.1 显示了这种 TDC 的主要构架，电路精确地记下信号通过门电路的个数，因此测量的最高测量精度基本上由门电路的最短传播延时确定，在 3.3V 和 25 条件下，TDC 的最小分辨率为 52ps。

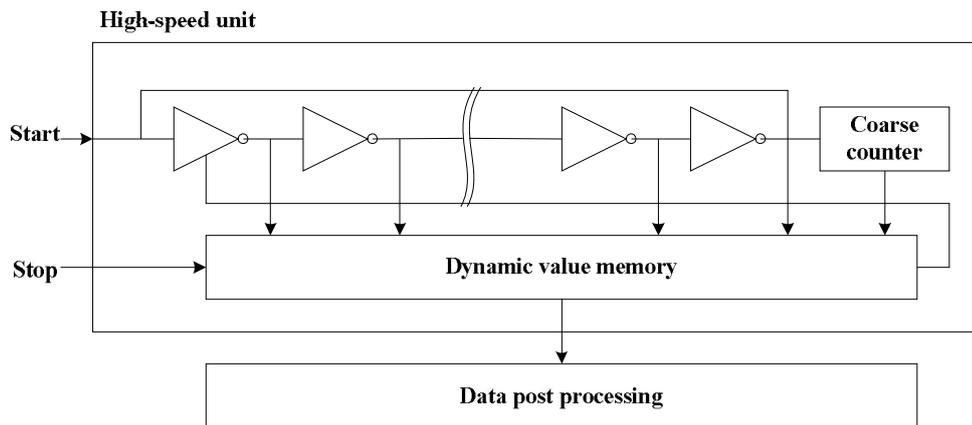


图 5.3.1 高速单元

测量单元由 START 信号触发，接收到 STOP 信号停止。由环形振荡器的位置和粗值计数器的计数值可以计算出 START 信号和 STOP 信号之间时间间隔，测量范围可达 20 位。温度和电压对门电路的传播延迟时间有很大的影响。通常是通过校准来补偿由温度和电压变化而引起的误差。在校准过程中，TDC 测量一和两个校准时钟周期。测量范围受计数器大小的限制，在典型情况（25 3.3V）下该数值： $T_{yy}=26624 \times \text{BIN}=1.38\mu\text{s}$ 。

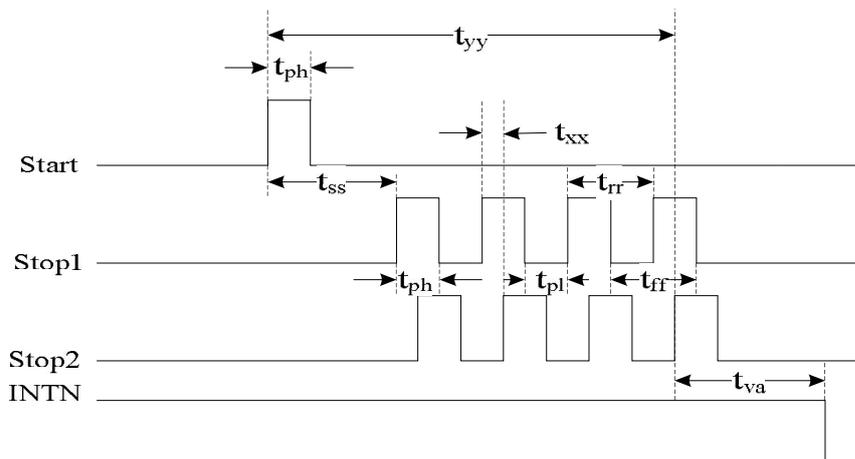


图 5.3.2 范围 1 测量波形

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：李外兵先生
 直线：0755-82785581.
 手机：15012764936
 工作 QQ：872633911.
 传真：0755-82785458.
 地址：深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页：<http://www.lthdz-group.com/>



表 5.3.1 范围 1 测量波形参数

	Time (Condition)	Description
tph	2.5ns(min.)	2.5ns(min.)
tpl	2.5ns(min.)	Minimum pulse width
tss	3.5ns(min) 1.38us(max.)	Start to Stop
trr	15ns(typ.)	Rising edge to rising edge
tff	15ns(typ.)	Falling edge to falling edge
tva	560ns uncalibrated 4.6us calibrated	Last hit to data valid
txx	No timing limits	
tyy	1.38us(max)	Max. measuring range

输入电路

每一个输入端均可以被单独设置成上升沿、下降沿或双边沿同时触发有效。可通过设置 register 0 的 NEG_START, NEG_STOP1, NEG_STOP2 和 register 2 的 REFDGEx 来选择触发沿。此外所有的 START/STOP 输入端口均支持高电平激活。

5.3.2. 测量流程

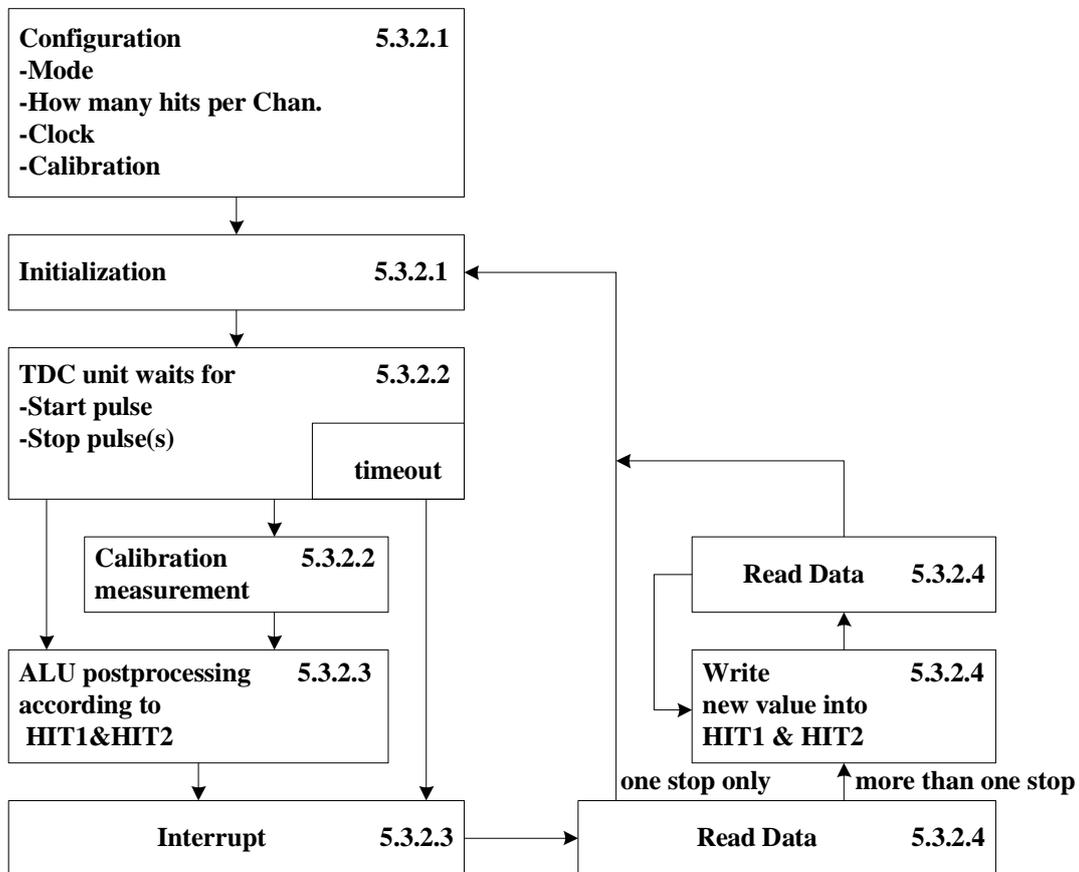


图 5.3.3 测量流程图

5.3.2.1. 设置

在开始使用 UTA6901 之前，必须对它进行设置。测量范围 1 的主要设置为：

- 选择测量范围 1：设置 register 0 的 MRRange2=0。
- 选择参考时钟（也可参看 5.5 节）

Register 0 的 START_CLKHS 用来切换高速时钟。如果只采用 32.768KHz 时钟，则设为“0”；只采用高速时钟则置“1”；如果为了节省电流两种振荡时钟都采用时，对陶瓷振荡器则应设置为“2”，对石英晶体振荡器则应设置为“3”。

Register0 的 ClkHSDiv 是用来设置参考时钟内部分频器数值的（1、2 或 4）。这对测量范围 1 中的校准测量非常重要，因为只有在 $2 * T_{ref}$ (内部时钟) 大于被测的最大时间间隔时，ALU 才会正常工作。否则 ALU 输出值为 0xFFFFFFFF。同时也要确保 $2 * T_{ref}$ (内部时钟) $< 1.38\mu s$ ，以避免在校准时时间溢出。

c. 设置所需的 hit 次数

用户可以在 register1 的 HITIN1 和 HITIN2 中设定 UTA6901 要测量的 hits 的个数。每个通道最多可能测量 4 次。UTA6901 会一直测量直到完成已设的 hits 次数或发生溢出为止。

d. 校准选择

由于测量的分辨率会随温度和电压的改变而改变，所以 UTA6901 的 ALU 需要内部校正测量结果。可通过设 register0 的 Calibrate 为“1”来选择校准测量。推荐使用校准测量。

为了进行校准，TDC 测量 1 个和 2 个参考时钟周期，这两个数据作为 Cal1 和 Cal2 存储起来。

有两种方法可用来更新校准数据 Cal1 和 Cal2：

- 是通过 SPI 接口发送 Start_Cal_TDC 指令来单独校正；

二是通过设定 register0 的 DisAutoCal="1"来自动更新。在大多数应用中都会首选自动更新。

e. 定义 ALU 数据处理

TDC 单元的每个通道可以测量 4 次，但是用户可以自由定义 ALU 计算哪两个信号之间的时差。可以在 register1 的 HIT1 以及 HIT2 中进行设置。具体设置为：

- 0 = Start
- 1 = 1. Stop Ch1
- 2 = 2. Stop Ch1
- 3 = 3. Stop Ch1
- 4 = 4. Stop Ch1
- 6 = Cal1 Ch1
- 7 = Cal2 Ch1
- 9 = 1. Stop Ch2
- A = 2. Stop Ch2
- B = 3. Stop Ch2
- C = 4. Stop Ch2

ALU 计算公式为 Hit1-Hit2.

例如:

Reg1 = 0x01xxxx : 1st Stop Ch1-Start

Reg1 = 0x23xxxx : 3rd Stop Ch2-2nd Stop Ch1

Reg1 = 0x06xxxx : Cal1

如果采用校准操作，则 ALU 就会进行完全的校准计算（除了正在读校准数值之外，在这种情况下，ALU 将会把 Cal1/Cal2 原始数据写入输出寄存器中）。

$$RES_X = \frac{(HIT1 - HIT2)}{Cal2 - Cal1}$$

Cal2-Cal1=gradient

Time = RES_X × T_{hs} × DIV_CLKHS, with DIV_CLKHS = 1, 2 or 4

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 QQ：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



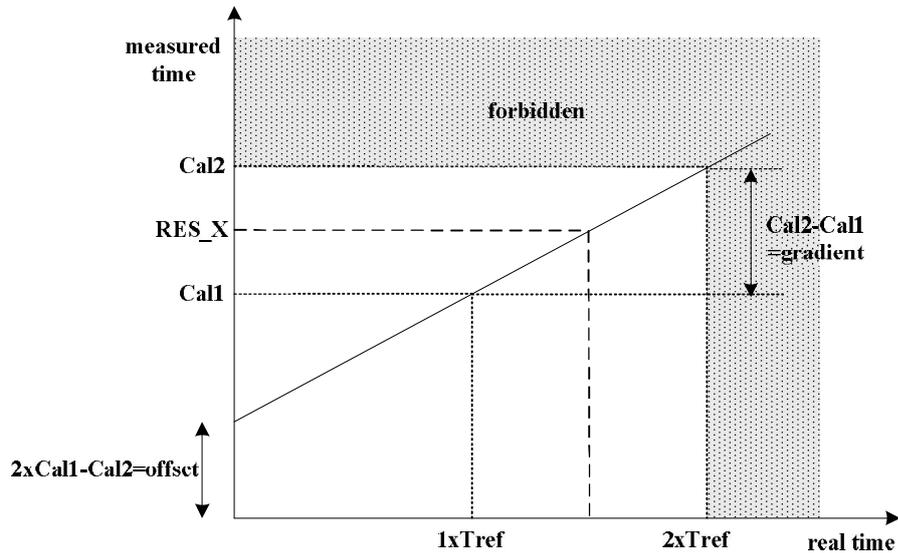


图 5.3.4 校准计算原理

f. 选择输入触发方式

通过设置 register2 的 REFEDGE1 & FEDGE2,用户可以选择 STOP 输入是上升沿/下降沿单独触发(RFEDGE="0")还是上升沿和下降沿同时触发(RFEDGE="1")。用户可通过设置 register0 的 NEG_X 在每一个输入端口 (Start , Stop1 和 Stop2) 增加一内部反相器。当 RFEDGE = "0"时, NEG_X = "0"则上升沿触发, NEG_X = "1"则下降沿触发。

g. 中断

中断引脚 (Pin8 , INT) 可以有不同的中断源,在寄存器 2 的 EN_INT 中进行选择。

- EN_INT = 0 无中断源
- 1 ALU 空闲
- 2 已达到预先设定的采样数
- 4 TDC 单元溢出

如果需要两个或两个以上的中断源,可通过“或”门连接不同的选项。在本章后面将会对此设置有更进一步的描述。进行了设置之后,用户必须通过发送代码“Init”初始化 UTA6901 以便 TDC 能够接受 Start 和 Stop 信号

5.3.2.2. 测量

初始化之后 TDC 高速测量单元接收到 Start 脉冲后开始工作,达到设置的采样数 (在测量范围 1 中两通道最多 4 次采样) 或者遇到测量溢出 (测量范围 1 中约为 1.38us) 后才停止工作,如果进行校准,则测量完时差之后 TDC 开始测量一个和两个内部基准时钟周期 (Ths/1,2 or 4)。

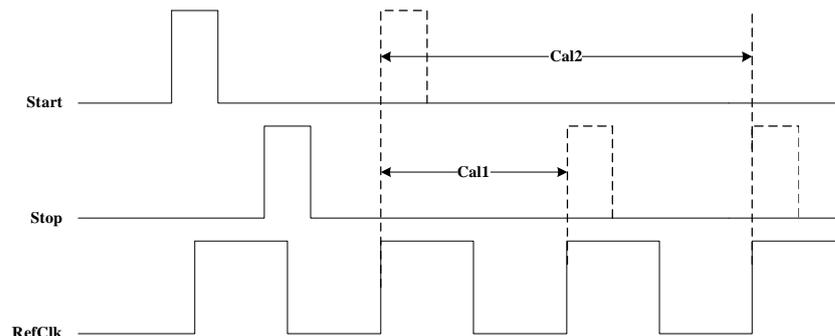


图 5.3.5 TDC 校准原理

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直线: 0755-82785581.
 手机: 15012764936
 工作QQ: 872633911.
 传真: 0755-82785458.
 地址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>



5.3.2.3. 数据处理

在测量结尾，ALU 开始依照 HIT1 和 HIT2 的设置处理数据并把结果送入输出寄存器。如果不进行校准，ALU 传输 16 位原始数据到输出寄存器。如果进行校准，则 ALU 依据 5.3.2.1.d 章节讲的方法进行计算，并传输 32 位的固定浮点数到输出寄存器。设置 HIT1 = HIT2 = 5，可切断 ALU。ALU 工作所花费的时间由是否进行校准和供电电压决定。

表 5.3.2 ALU 时序

	un-calibrated	calibrated
3.3 V	220ns	1.8us
2.5 V	310ns	2.5us
2.0 V	580ns	4.6us

假定选择 ALU 空闲作为中断源（在 reg2，EN_INT 中设置），只要结果寄存器中有可读的数据，中断标志位就会置位。然后输出寄存器的载入指针增 1，并指向下一个要存储的单元。状态寄存器的 Bit 0 ~ 2 可以显示出载入指针的实际位置。

5.3.2.4. 读数据

现在用户发送代码 10110xxx 就能够读数据了。接着进行 16 次循环（未校准数据）或者 32 次循环（校准数据），UTA6901 从最高有效位开始输出结果。

a. 未校准数据格式:

未校准数据是以 2 的补码形式出现的 16 位带符号整数。1BIN=未校准的门延迟时间 52ps

Time RES_Xx52ps

b. 校准数据格式:

校准数据是以 2 的补码形式出现的 32 位固定浮点数。是以基准时钟的倍数：

Time = RES_X x T_{hs} x DIV_CLKHS, with DIV_CLKHS = 1、2 or 4

被测时差不能超 2 x T_{ref}，否则 ALU 将会溢出并会在输出寄存器中写入 0xFFFFFFFF。

ALU 每次只允许计算一次采样。如果不止一次采样，则必须在 HIT1/HIT2 中写入新的命令来指示 ALU 计算其他采样。在向 HIT1/HIT2 写入命令之后 4.6us（校准值）或者 580ns（非校准值）之内不能再次向 HIT1/HIT2 进行读写操作。

例如:

configuration

...

write reg1=0x104400 '4 hits on channel 1, calculate

Hit1-Start

...

Initialize

...

while(Check interrupt flag)

write reg1=0x204400 calculate Hit2-Start

wait(4.6us)

write reg1=0x304400 calculate Hit3-Start

wait(4.6us)

write reg1=0x404400 calculate Hit4-Start

wait(4.6us)

现在所有采样数据都存储在寄存 0 到 3 中,载入指针现在指向寄存器地址 4。

UTA6901 在下次测量之前必须通过发送代码“Init”再次初始化以便接收新的 Start 和 Stop 信号。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直 线:
手 机:
工作 Q Q:
传 真:
地 址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



5.4. 测量范围 2

5.4.1. 概述

- | 单通道测量，仅 Stop1 通道对应 Start 通道
- | 典型的分辨率为 50ps RMS
- | 间隔脉冲对的分辨率为 $2 \times T_{ref}$
- | 具备 3 次采样能力
- | 测量范围： $2 \times T_{ref} \sim 4ms@4MHZ$
- | 可设置上升沿/下降沿单独触发或双边沿触发
- | 为三次采样分别提供三个精度 $<10ns$ 的屏蔽窗口

数字 TDC 是以信号通过内部门电路的传播延迟来进行高精度时间间隔测量的（也可参看 5.3 部分，测量范围 1）。在测量范围 2 中采用前置计数器来扩展可测量的最大时间间隔，分辨率保持不变。在此模式下，TDC 的高速单元并不测量整个时间间隔，仅仅测量从 START 或 STOP 信号到相邻的基准时钟上升沿之间的间隔时间（fine-counts），在两次精密测量之间，TDC 记下基准时钟的周期数（coarse-count）。

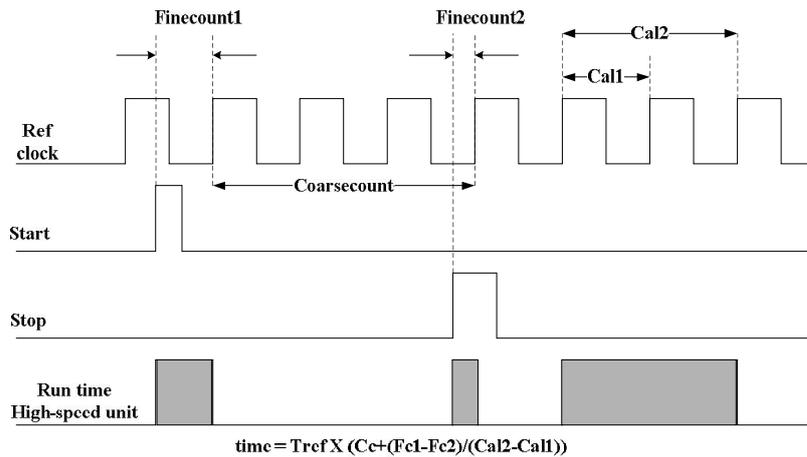


图 5.4.1 范围 2 测量原理

3.6V 和 25 时，UTA6901 的最小分辨率是 52ps，RMS 噪音大约是 50ps(0.7LSB)。门电路的传播延迟时间主要取决于温度和电压。在测量范围 2 中测量结果是精确测量值和粗略测量值的总和。因此在测量范围 2 中必须进行校准。在校准期间，TDC 分别测量一个和两个基准时钟周期。测量范围受限于粗计数器的大小：

$$t_{yy} = T_{ref} \times 2^{14} \quad 4 \text{ ms @ 4MHz}$$

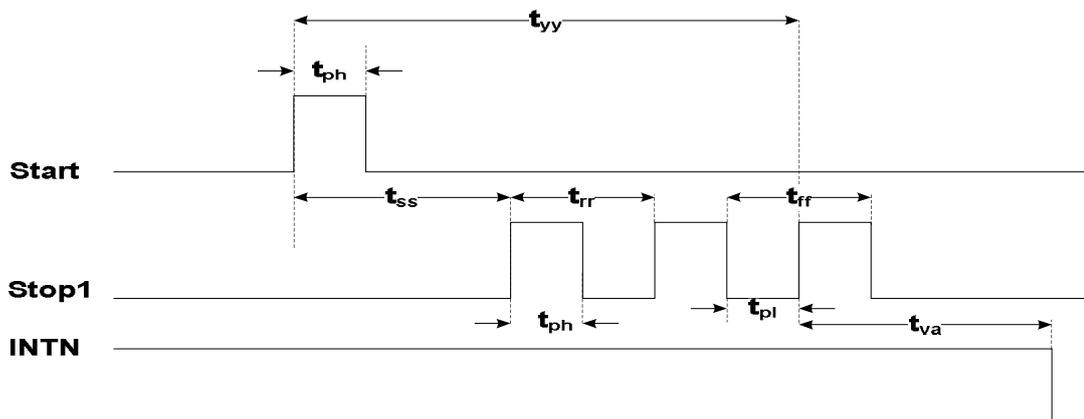


图 5.4.2 范围 2 测量时序要求

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：李外兵先生
 直线：0755-82785581
 手机：15012764936
 工作QQ：872633911
 传真：0755-82785458
 地址：深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页：<http://www.lthdz-group.com/>



表 5.4.1 范围 2 测量时序参数

	Time(Condition)	Description
tph	2.5ns(min.)	Minimum pulse width
tpl	2.5ns(min.)	Minimum pulse width
tss	2*Tref	Start to Stop
trr	2*Tref	Rising edge to rising edge
tff	2*Tref	Falling edge to falling edge
tva	4.6us(max.)	ALU start to data valid
tyy	4ms(max)	Max. measuring range

每一个输入端均可被单独设置成上升沿或者下降沿触发有效。可通过设置 register 0 的 NEG_START 和 NEG_STOP1 选择触发沿,此外所有的 START/STOP 输入端口均支持高电平激活,如果 Start - Stop 之间的时差小于最小时限 tzz,则 TDC 将忽略所有小于 tzz 的时差脉冲。

5.4.2. 测量流程

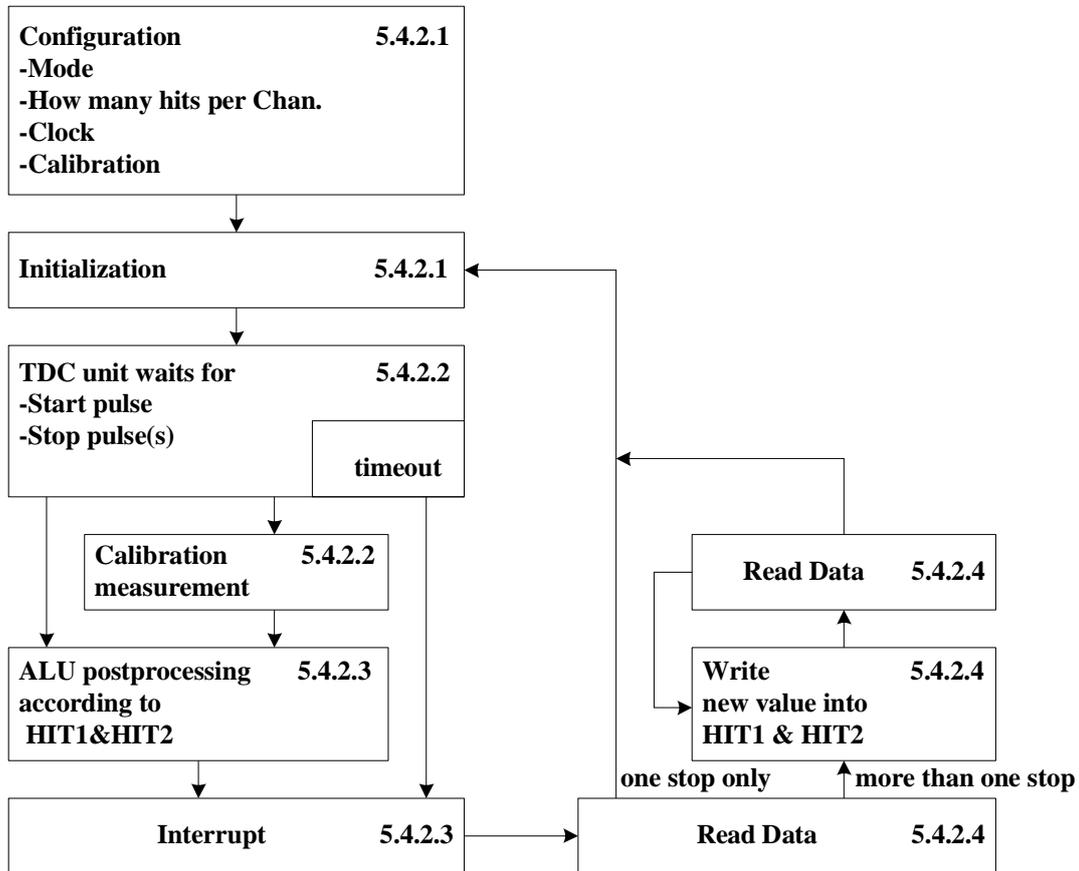


图 5.4.3 范围 2 典型测量流程

5.4.2.1. 设置

在开始使用之前,必须对 UTA6901 进行设置。测量范围 2 的主要设置为:

- 选择测量范围 2: 设置 register 0 的 MRange2 = 1。
- 选择参考时钟 (也可参考 5.5 节)

在测量范围 2 中 UTA6901 需要高速时钟来进行时间间隔测量。在低功耗应用中,此时钟在两次测量之间可以被切断。在振荡器的上电时序控制上,32.768kHz 的时钟是必须的。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直线:
手机:
工作 QQ:
传真:
地址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911-
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



设置 register 0 的 SelClkT=1 选择高速时钟。

Register 0 的 START_CLKHS 用来切换高速时钟。如果只采用高速时钟则置“1”；如果为了节省电流两种振荡时钟都采用时，对陶瓷振荡器则应设置为“2”，对石英振荡器则应设置为“3”。

Register 0 的 CLKHS_Div 是用来设置基准时钟内部分频器数值的（1，2 或 4）。此选择对最小时间间隔和最大时间间隔都有影响。

$$T_{\min} = 2 \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS}$$

最大时间间隔:

$$T_{\max} = 2^{14} \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS}$$

必须确保 $2 \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS} < 1.38\mu\text{s}$ 。否则 ALU 在校准时会溢出并输出数值 0xFFFFFFFF。

c. 设置所需的 hit 次数

用户可以在 register 0 的 HITIN1 中设定 UTA6901 要测量 hits 的个数。在测量范围 2 中通道 1 最多可测量 3 次。因为 Start 也被作为一次采样计数，所以 HITIN1 的数值总是比设定的采样数多 1。UTA6901 会一直测量直到达到预设的 hits 次数或者发生溢出。Register 0 的 HITIN2 必须置 0。

例如: 2 stop pulses are expected:

$$\text{HITIN1} = 3, \text{HITIN2} = 0$$

d. 校准选择

可通过设 register 0 的 Calibrate 为“1”来选择校准测量。在测量范围 2 中必须进行校准。

TDC 分别测量 1 个和 2 个基准时钟周期用来校准，这两个数据作为 Cal1 和 Cal2 存储起来。

有两种方法可用来更新校准值 Cal1 和 Cal2 :一是通过 SPI 接口发送 Start_Cal_TDC 指令来单独校正；二是通过设定 register 0 的 DisAutoCal=“1”选择自动更新。在大多数应用中都会首选自动更新。

e. 定义 ALU 数据处理

尽管 TDC 单元可以测量 3 次采样，而 ALU 每次只能计算一次采样。可以在 register 1 的 HIT1 以及 HIT2 中设置 ALU 测量哪两个脉冲之间的时间间隔。由于测量范围 2 的特殊的测量方法，Start 脉冲在 TDC 内部作为 Stop 脉冲处理。

$$\text{Reg1} = 0x21xxxx \quad 1\text{st Stop Ch1-Start}$$

$$\text{Reg1} = 0x31xxxx \quad 2\text{nd Stop Ch1-Start}$$

$$\text{Reg1} = 0x41xxxx \quad 3\text{rd Stop Ch1-Start}$$

ALU 按照以下公式计算时间间隔：

$$\text{RES_X} = \text{CoarseCount} + (\text{HIT1} - \text{HIT2}) / (\text{Cal2} - \text{Cal1})$$

$$\text{Time} = \text{RES_X} \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS}$$

f. 选择输入触发方式

通过设置 register 2 的 REFDGE1 和 RFEDGE2,用户可以选择 STOP 输入是上升沿或下降沿单独触发(RFEDGE=“0”)还是上升沿和下降沿同时触发(RFEDGE=“1”)。用户可通过设置 register0 的 NEG_X 在每一个输入端口(Start ,Stop1 和 Stop2)增加一内部反相器。当 RFEDGE = “0”时 ,NEG_X = “0”则上升沿触发，NEG_X = “1”则下降沿触发。

g. 中断

中断引脚 (PIN8 , INT) 可以有不同的中断源，在寄存器 2 的 Bits21-23 (EN_INT) 中进行选择。

EN_INT = 0 无中断源

1 ALU 空闲

2 已达到预先设定的采样数

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



4 TDC 单元溢出

可通过“或”门连接不同的选项。在本章后面将对此设置有更进一步的描述。进行了设置之后，用户必须通过发送代码“Init”初始化 UTA6901 以便 TDC 能够接收 Start 和 Stop 信号。

5.4.2.2. 测量

初始化之后 TDC 单元接收到 Start 通道上的第一个脉冲后开始工作，直到达到预先设置的采样数（在测量范围 2 中通道 1 上最多能进行 3 次采样）或者遇到测量溢出后停止工作。可通过设置 Reg3 的 Bits19&20（SEL_TIMO_MR2）来选择不同的基准时钟因子从而限定溢出时间。在 4MHZ 时对应数值如下：

SEL_TIMO_MR2 (@ 4 MHz, ClkHSDiv = 0, 分频因子 DIV_CLKHS=1)

=0 $2^8 \times T_{hs} \times DIV_CLKHS = 64\mu s$

=1 $2^{10} \times T_{hs} \times DIV_CLKHS = 256\mu s$

=2 $2^{12} \times T_{hs} \times DIV_CLKHS = 1024\mu s$

=3 $2^{14} \times T_{hs} \times DIV_CLKHS = 4096\mu s$

5.4.2.3. 数据处理

在测量结尾，ALU 开始依照 HIT1 和 HIT2 的设置处理数据并把结果送入输出寄存器。ALU 依据 5.4.2.1.e 中讲的方法进行计算，并传输 32 位的固定浮点数到输出寄存器。

设置 HIT1 = HIT2 = 5，切断 ALU。

ALU 进行计算所花费的时间由供电电压决定：

表 5.4.2 ALU 运算时间

测试条件	运算时间
3.3V	1.8us
2.5V	2.5us
2.0V	4.6us

假定选择 ALU 空闲作为中断源（在 reg2, EN_INT 中设置），只要输出寄存器中有可读的数据，中断标志位就会置位。然后输出寄存器的载入指针增 1，并指向下一个要存储的单元。状态寄存器的 Bits0-2 可以显示出载入指针的实际位置。

5.4.2.4. 读数据

现在用户发送代码 10110xxx 就能够读数据了。接着进行 32 次循环（校准数据），UTA6901 从最高有效位开始输出结果，以 2 的补码形式显示的 32 位的固定浮点数代表着以基准时钟周期为最小单位的时间间隔。

$$\text{Time} = \text{RES_X} \times T_{hs} \times \text{DIV_CLKHS}$$

ALU 每次只允许进行一次采样计算。如果不止一次采样需要测量，则必须在 HIT1/HIT2 中写入新的命令来指示 ALU 计算其他采样。在向 HIT1/HIT2 写入命令之后 4.6us（校准值）或者 580ns（非校准值）之内不能再次向 HIT1/HIT2 进行读写操作。

例如：

configuration

...

write reg1=0x214400 '3 hits on channel 1, calculate

Hit1-Start

...

Initialize

...

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 QQ：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



```

while(Check interrupt flag)
write reg1=0x314400   calculate Hit2-Start
wait(4.6us)
write reg1=0x414400   calculate Hit3-Start
wait(4.6us)
    
```

所有采样数据都存储在寄存器 0 到 2 中,载入指针现在指向寄存器地址 3。

最后 UTA6901 在进行下次测量之前必须通过发送代码“Init”再次初始化以便于 TDC 可以接收新的 Start 和 Stop 信号。

5.4.3. Stop 屏蔽窗口

UTA6901 支持设置三个屏蔽窗口，可以用来屏蔽 STOP1 通道上任意一次 hit 之前的脉冲。屏蔽窗口以 START 信号为起点，精度小于 10ns。内部使能单元通过逻辑“与”门与外部使能引脚相连。采用内部屏蔽单元时外部使能引脚必须置 1。可在 REG2 ~ 4 的 DELVAL1, DELVAL2 和 DELVAL3 中进行设置：

- I DELVAL1 ... DELVAL3 是有 14 位整数部分和 5 位小数部分组成的固定浮点数，要乘以内部基准时钟周期。

$$\text{Delaymin} = \text{DELVALx} \times T_{\text{hs}} \times \text{CikDivHS}$$
- I 最短的屏蔽时间是 3 个时钟周期。
- I 屏蔽值必须是升序的，每个屏蔽值必须比前一个值大 3 个时钟周期。

如果不是所有的寄存器都被用，则不需要的屏蔽值必须强制设为 0，例如:采用 4 Mhz 振荡器, CikHSDiv = 1 情况下：

```

DELVAL1 = 0x3200   1stStop not accepted before
                  ( 400*Tref) 200us after Start
DELVAL2 = 0x3300   2ndStop not accepted before
                  ( 408*Tref) 204us after Start
DELVAL3 = 0x3400   3rd Stop not accepted before
                  ( 416*Tref) 208us after Start
    
```

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 Q Q：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



5.5. 振荡器

UTA6901 依据不同的操作模式采用两种时钟信号：

- I 高速时钟：校准时采用并在测量范围 2 中作为 TDC 测量单元的前置计数器
- I 32KHz 时钟：用作内部定时器

5.5.1. 高速振荡器

UTA6901 会需要一个 2~8MHz 的高速时钟进行校准用，在测量范围 2 中 UTA6901 还需要高速时钟信号作为时间测量单元的一部分。

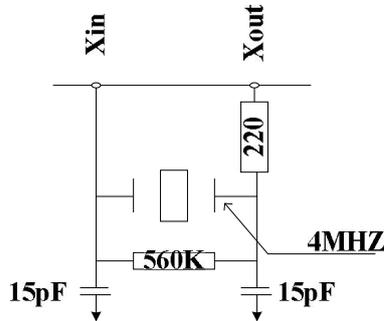


图 5.5.1 高速振荡器典型应用电路

振荡器工作时平均电流为 136uA(4M 3.3V)。

UTA6901 能够自动控制振荡器的开启时间，只是在进行时间测量时振荡器才允许工作。在测量时，TDC 接收到 INIT 代码后会自动开启高速时钟，需要考虑到由于振荡器的起振时间而引起的延迟，等待延时可以通过配置寄存器 0 的 START_CLKHS 位进行设置：

- START_CLKHS = 0 振荡器关
- = 1 振荡器一直开着
- = 2 延迟 640us 后开始测量
- = 3 延迟 10ms 后开始测量

延迟时间可以选择 640us 和 10ms 之间，这样就可以保证振荡器在测量开始之前就准备好。对于陶瓷振荡器选择 640us 就足够了，通过这种测量方法，可以显著降低平均电流消耗。

例如：在进行超声波流量计的往返时间测量时，每秒中只有大约 2ms 时间高速时钟处于工作状态，平均电流消耗是 $136\mu\text{A/s} * 2\text{ms} = 0.272\mu\text{A}$ 。

5.5.2. 32.768 kHz 振荡器

UTA6901 需要一个 32.768KHz 的基准时钟来控制高速时钟和进行时钟校准用。

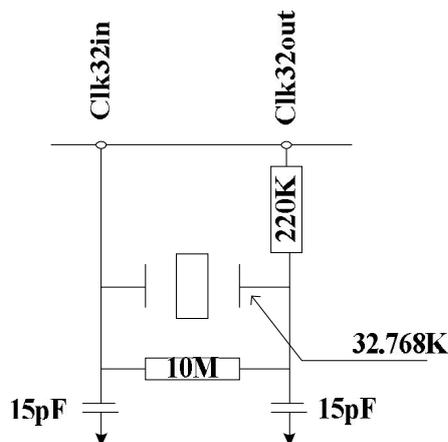


图 5.5.2 32.768KHz 振荡器典型应用电路

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直线：
手机：
工作 QQ：
传真：
地址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



如果高速时钟一直处于工作状态 (START_CLKSHS=1) 并且不需要对高速时钟进行校准 (如果用陶瓷振荡, 则需对高速时钟校准), 必需使用 32.768KHZ 时钟。在 3.3V 下 32.768 kHz 振荡器始工作电流大约为 3.5uA, 此振荡器的起振时间大约为 1s。UTA6901 还可以在引脚 CLK32In 上接入一外部低频矩形时钟, 这个时钟可由外部微处理器产生。这个外部低频矩形时钟可以把电流消耗降低到小于 0.3 uA, 因此推荐用微处理器产生的时钟。外部振荡电路只有在需要 32.768KHz 时钟时才被采用, 否则 CLK32In 必须接地。

5.5.3. 校准高速陶瓷振荡器

2~8MHZ 的陶瓷振荡器特点是: 成本低、启动快, 但是约有 0.3~0.5% 的误差, 并且具有明显的温漂。可以利用 UTA6901 的校准测量功能来补偿陶瓷振荡器的缺点, 校准原理为: 从精确的 32.768 kHz 时钟引出 Star/Stop 脉冲, 启动 TDC 进行时间测量, 微处理器根据测量结果计算出陶瓷振荡器的频率误差。

应用振荡器校准功能时, 首先通过设置配置寄存器 0 中的 CALRES# 中对校准进行设置, UTA6901 在接收到微处理器发出的 "START_Cal_Resonator" 命令后开始进行校准。CALRES# 设定了 32.768kHz 时钟的周期数:

```

CALRES#   = 0   2 periods = 61.035 us
           = 1   4 periods = 122.07 us
           = 2   8 periods = 244.14 us
           = 3  16 periods = 488.281 us
    
```

测量结果要乘以高速时钟和高速时钟因子 DIV_CLKHS (DIV_CLKHS = 1、2、4)。测量结果是由 16 位整数部分和 16 位小数部分组成的 32 位固定浮点数:

$$\text{Time} = \text{RES}_x \times T_{\text{hs}} \times \text{DIV_CLKHS}$$

微处理器能够把这个测量值与理论值进行比较然后计算出修正因数 RES_x/RES_{theor}。

例如:

系统采用 4MHZ 的陶瓷振荡器。CLKHS_{Div}=0, CALRES#=1, 理论结果应该是 122.0703125us/250ns = 488.28125 (RES₀ = 0x01E84800)。如果采用的陶瓷振荡器不是准确的 4MHZ 而是 3.98MHZ, 校准测量将显示 485.83984375 (RES₀ = 1E5D700)。微控制器的修正因数是 1.005。注意在时钟校准过程中 EN_START 输入必须使能。

5.5.4. 时钟校准在应用中的注意事项

a. 应用

这个选项尤其适用于超声波流量/热量计, 在此领域中采用陶瓷振荡器主要有两大优势: 低成本和低电流消耗。陶瓷振荡器的震动开启时间很短, 因此电流就可以减少几微安。以 10 年的工作时间来算, 这可以节省好几节 100mAh 容量的电池。只要操作正确, 采用此选项对芯片的精度并没有影响。

b. 32KHZ 时钟的抖动和由此带来的影响

32KHZ 时钟的频率非常精确, 误差只是百万分之几, 但峰-峰值之间的相位抖动大约有 3~5ns。因此校准测量 (Start_Cal_Resonator) 本身就具有误差。所以, 当测量结果乘以校准结果时, 测量结果也会产生抖动。测量结果的抖动幅度是校准时的抖动幅度乘以校准测量时间 (看 CALRES#) 与被测时间的比值。如果不间断地进行校准, 则校准值就会使测量结果产生相当大的抖动。

c. 校准在超声波流量计中的应用

在超声波流量计中, 测量结果由超声波在流体中顺流传播和逆流传播这两次单程的传播时间测量组成。根据超声波逆流传播和顺流传播的时差, 可以计算出流体的流量。为了避免校准时钟抖动对测量结果的影响, 在测量顺流传播时间和逆流传播时间时必须使用同一个校准值。只有这样, 超声波顺流传播和逆流传播的时差才会不受校准时钟抖动的影响。时钟校准必需在顺流和逆流之间进行而且在他们没有相减之前。

深圳市力拓辉电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直线: 0755-82785581.
 手机: 15012764936
 工作 QQ: 872633911.
 传真: 0755-82785458.
 地址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>



5.6. 脉冲发生器

5.6.1. 概述

触发脉冲发生器可产生频率、相位和脉冲个数都可编程控制的脉冲序列，高速振荡器频率用作基本频率，这个频率在内部被倍频，它还可以自由地除以因子 2~15 进行分频，可以产生 1~15 个脉冲序列，每个脉冲序列都可通过设置寄存器来调节其相位。通过发送代码 Start_Cycle 来激活触发脉冲发生器。触发脉冲发生器提供两个输出通道 Fire1 和 Fire2。每个输出在 3.3V 时的驱动能力是 48mA。这两个输出并联的驱动能力可以增加至 96mA。此外，Fire2 输出信号可以被反向使信号的振幅加倍，输出管脚能被单独地设置为高阻态。

触发脉冲发生器采用类似声环的方法可以多次产生和传送脉冲序列。采用此特性，接收到的脉冲序列被送到 UTA6901 的 Fire_In 输入端口，被数字化放大后直接送入输出缓冲区进行时钟同步输出。

5.6.2. 设置

脉冲个数设置：

FIRE# = 0 关闭脉冲发生器

1 1 个脉冲

2 2 个脉冲

...

15 15 个脉冲

相位：

每个脉冲的相位在寄存器 5 的 Bits 0~15 (PHFIRE) 中进行设置。"0"表示从低到高，"1"表示从高到低，所有脉冲发送完毕之后，脉冲发生器自动关闭。

例如：

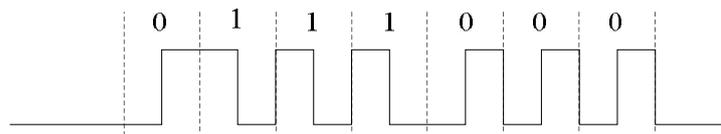


图 5.6.1 脉冲示意图(Fire# = 7, PHASE_FIRE = 0xE)

触发脉冲频率：

脉冲发生器的输入信号 fireclk1 是从高速时钟和所选择的高速时钟的除法因数共同得出的。

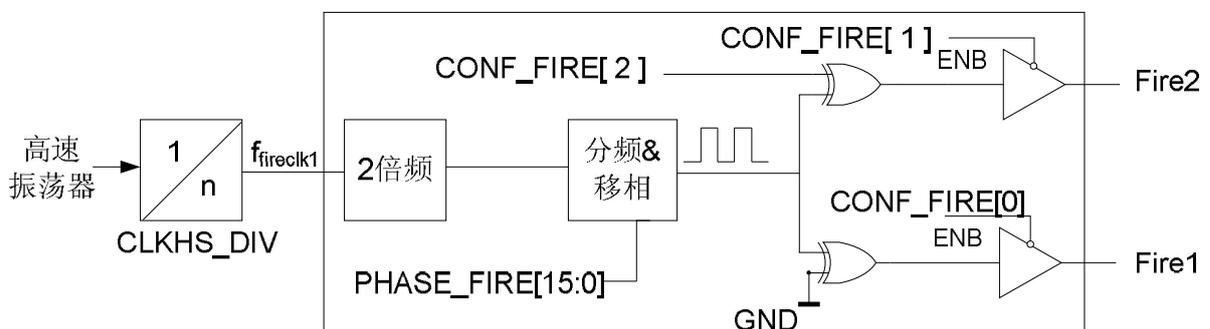


图 5.6.2 脉冲发生器原理图

基准时钟的频率可以在内部加倍并且可以除以因数 DIV_FIRE。

DIV_FIRE = 0 not permitted

1 divided by 2

2 divided by 3

...

15 divided by 16

深圳市力拓辉电子有限公司

联系人：
直线：
手机：
工作QQ：
传真：
地址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



$$F_{\text{fire}} = F_{\text{fireclk1}} \times \frac{1}{\text{DIV_FIRE} + 1}$$

例如：

CLKHS = 4 MHz, CLKHS_DIV = 1, DIV_FIRE = 1

$F_{\text{fire1/fire2}} = 1\text{MHz}$

输出驱动：

可以在寄存器 5 的 Bits 21 ~ 23 (CONF_FIRE) 设置输出驱动：

Bit 23 = 1 FIRE2 端口反相输出

Bit 22 = 1 FIRE2 管脚无效 (High - Z)

Bit 21 = 1 FIRE1 管脚无效 (High - Z)

脉冲群循环 (声环法)：

在寄存器 5 的 Bits 16 ~ 18 (REPEAT_FIRE) 可以设置脉冲序列的循环次数：

REPEAT_FIRE = 0 不循环

 = 1 循环 1 次

 ...

 = 7 循环 7 次

UTA6901 只重复在 FIRE# 中设置的脉冲个数。如果在 5us 内没有接收到脉冲，则 UTA6901 探测脉冲序列中最后一个脉冲，一定要注意 7 次循环的总时间不要超过 UTA6901 的测量范围。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 Q Q：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



5.7. 温度测量

针对于热量计领域，UTA6901 设计了一基于 TDC 技术的高精度低功耗温度测量单元，该单元是通过温度传感器电阻或精密电阻对电容充放电，TDC 测量放电时间的方式来实现温度测量。如图 5.7.1 所示：

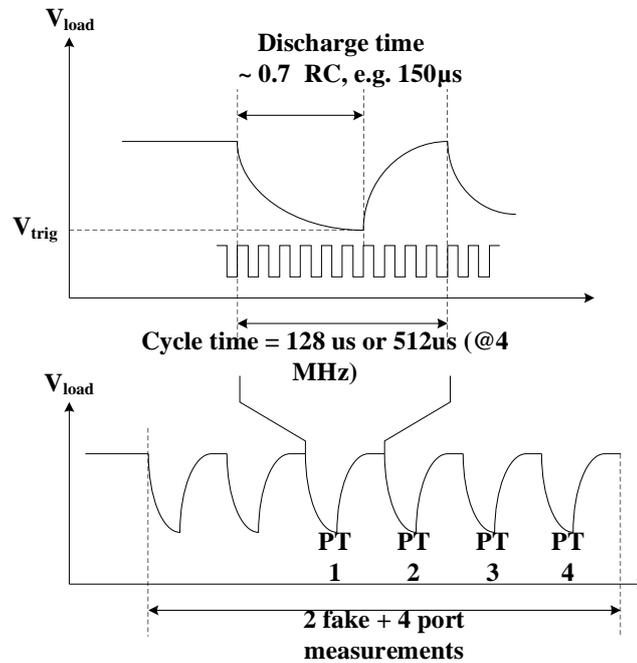


图 5.7.1 温度测量原理示意图

此单元有四个测量端口，PT1-PT4。

在温度测量应用中，当测量电阻进行充放电时，用户需要在外部接一个施密特触发器(推荐使用 74HC1G14)，施密特触发器的输出需要接到管脚 SenseT，输入与充电电阻和放电电容以及管脚 LoadT 相连，如图 5.7.2 所示。

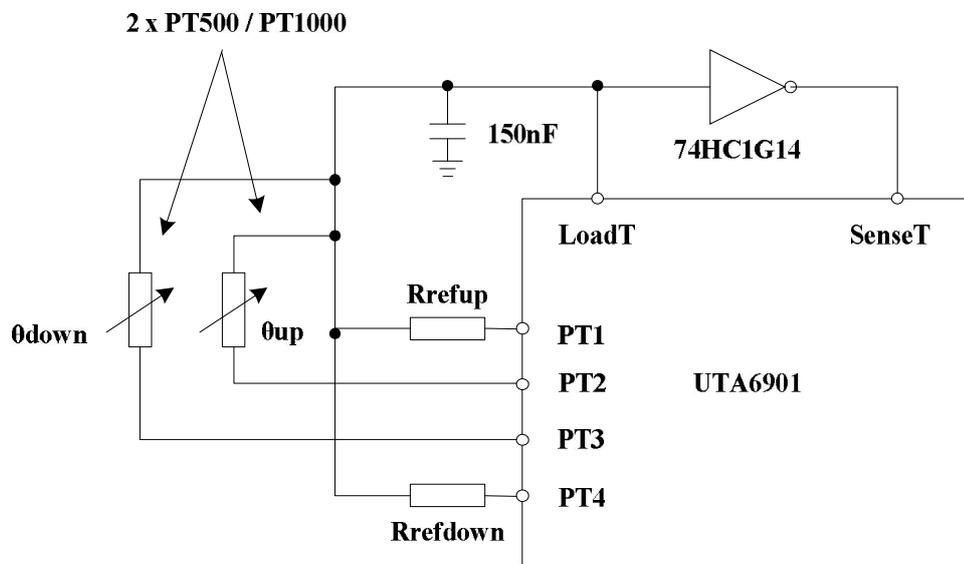


图 5.7.2 温度测量单元典型应用

温度传感器的最小阻值为 500 Ω 。UTA6901 测量出由每个电阻和电容组成的 RC 网络的放电时间。温度测量的精度为 0.004 $^{\circ}\text{C}$ 。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：李外兵先生
 直线：0755-82785581
 手机：15012764936
 工作QQ：872633911
 传真：0755-82785458
 地址：深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室
 公司主页：<http://www.lthdz-group.com/>



微控制器发送代码“Start_Temp”启动温度测量，UTA6901 自动控制温度测量，测量完成之后中断标志置位，测量数据被存储在寄存器 0~3 中。

从 Res_2/RES_1 和 RES_3/RES_4 中微控制器可以计算出 Rtemp/Rref 的比值。通过查表，可以计算出当前的传感器的温度，注意 UTA6901 不支持 4 线的温度传感器。

设置：

在 Register 0 的 Tcycle 中设置温度测量的周期。

Tcycle = 0 在 4MHz 下，周期为 128us

Tcycle = 1 在 4MHz 下，周期为 512us，为避免温度测量中出现溢出错误可以设置 Tcycle = 1

在 Register 0 的 Port # 中设置要用的端口个数。

Port # = 0 2 个端口(相当于 1 个传感器)

Port # = 1 4 个端口(相当于 2 个传感器) 在 Register 0 的 Fake # 中设置温度测量开始时虚拟测量的个数，这是为了克服负载电容器的机械影响。

Fake # = 0 2 次虚拟测量

Fake # = 1 7 次虚拟测量

电容选择

温度测量的放电时间大概是 150us，对于 PT500 传感器可以选择 220nF 的电容，对于 PT1000 可以选择 100nF 电容。为了能够达到精确的测量效果，要求电容有非常低的 dC/dU 值，推荐使用 C0G 系列电容或者太阳诱电公司的 CfCap 系列电容，而不要使用 X7R 或者类似的电容材料。

温度测量过程的电流消耗

采用 TDC 进行温度测量与采用 A/D 转换器进行温度测量相比，其电流消耗极低。

进行一次完整的温度测量(2 个传感器，2 个基准)，包括所有的计算在内，其功耗小于 1.8uAs。进行一次 10s 的温度测量(热量计的典型测量时间)，平均电流消耗只有 0.18uA，比其他测量方法的功耗的 1/50 还要小。PT500 传感器将使电流加倍。

误差侦测

温度测量单元还检查结果的可用性，它可以检测传感器是短路还是断路，UTA6901 在相应的寄存器当中提供一个错误代码来代替一个测量结果。

1. 传感器短路：相当于时间间隔太短 ($< 8 \times T_{ref} = 2\mu s @ 4MHz$)，UTA6901 在输出寄存器中写入 0X0。

2. 传感器断路：相当于没有停止信号或时间溢出，UTA6901 在输出寄存器中写入 0xFFFFFFFF。

5.8. SPI 接口

UTA6901 串行接口与 4 线 SPI 标准接口兼容，支持 Clock Phase Bit =1，Clock Polarity Bit =0 设置下的 SPI 标准，通信过程需要一个低有效的从机选择信号(SSN)，不能作为 3 线接口使用，SPI 四线接口分别为：

SSN：从机选择信号，低电平有效

SCK：SPI 时钟信号

SI：SPI 数据输入

SO：SPI 数据输出

SSN 为高电平时，复位 SPI 接口电路；SSN 设为低电平时，可以对芯片进行操作。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直线：
手机：
工作 QQ：
传真：
地址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



表 5.8.1 SPI 命令

8 位命令操作码								
MSB					LSB			功能描述
1	0	0	0	0	ADR2	ADR1	ADR0	Write Address, 地址为 ADR[2:0]
1	0	1	1	0	ADR2	ADR1	ADR0	Read Address, 地址为 ADR[2:0]
0	1	1	1	0	0	0	0	Init
0	1	0	1	0	0	0	0	Power On Reset
0	0	0	0	0	0	0	1	Start_Cycle
0	0	0	0	0	0	1	0	Start_Temp
0	0	0	0	0	0	1	1	Start_Cal_Resonator
0	0	0	0	0	1	0	0	Start_Cal_TDC

从最高位 (MSB) 开始传输以最低位 (LSB) 结束。传输完最后一位, UTA6901 把数据传输到指定的寄存器或者执行命令。不能连续进行写操作, 每个寄存器必须单独寻址。

从芯片中读数据时也要先发送操作码。在发送操作码之后的第一个时钟上升沿, UTA6901 发送指定地址寄存器的最高位到 SO 输出。每一个上升沿传输接着的次低位到输出端口。

5.9. 快速初始化

在测量范围 1 中, UTA6901 提供了快速初始化的功能, 设置 register 3 的 EN_FAST_INIT= "1", 中断标志会自动初始化 TDC。因此在读出数据时 TDC 就已经准备好进行下次测量了。这种模式只适用于高速应用中, 尤其适合只有一个 stop 信号的非校准测量。

5.10. 噪声单元

在激光测距仪等用到范围 1 时间测量的场合, 通常给 TDC 一个“伪”start 信号, 然后测量 STOP1 和 STOP2 的时差, 用户可能会通过多次测量取平均值的方式来提高测量结果。在这种情况下, UTA6901 内部的噪声单元提供了这样一种“噪声”机制, 它可以在 Start 上加一随机偏移量, 从而使 TDC 特性曲线的不同量化步骤能够相连。对于常量时差不能进行此操作, 否则将会重复地采样同一个最小有效值, 噪声单元可以通过将 register 5 的 EN_STARTNOISE 位设置为“1”开启。

5.11. 电源

5.11.1. 电源电压

UTA6901 要求电源具有高电容性和低电感性, 电源应该由电池或者固定的线性稳压器供电, 不要用开关电源, 以避免电源干扰, UTA6901 提供的电源供应端口:

- I Vio : I/O 供电电压
- I Vcc : Core 供电电压

5.11.2. 电流消耗

以下的耗电量是各个不同部分的耗电量的总和。

表 5.15.1 电流消耗(Vio = Vcc = 3.3V)

Symbol	Value	Description
Iddq	<150nA	静电流
I32	典型值 3.5uA	32.768KHz 振荡器的输入电流, 只有在使用 32.768KHz 晶振时才会出现此电流
Ihs	典型值 136uA/s*(处于激活状态的工作时间)	高速振荡器的输入电流。例如: 超声波流量计中, 高速振荡器只需要工作 2ms 左右, 则平均电流消耗为 136uA/s * 2ms = 0.272uA
IT	典型值 1.8uAs * 测量频率	进行一次完整的温度测量的电流典型值是 1.8uAs。在热量表中一般是 10 秒进行一次温度测量, 平均电流大约是 0.18uA。

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

 李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


6. 典型应用（超声波热量计）

6.1. 概述

UTA6901 专门针对超声波热量计集成了大量功能部件，很适合低成本的超声波热量计的设计，外部加上一个简单的微处理器（不需要 A/D 转换）、一个传感驱动与接收器、比较器等少量元件就可以构成一完整的超声波热量计。

极低的损耗电流保证了在这些应用中电池具有较长的有效使用时间。微处理器只须发送一个开始命令，UTA6901 就会自动触发传感器并测量飞行时间，计算出结果并传送给微处理器。

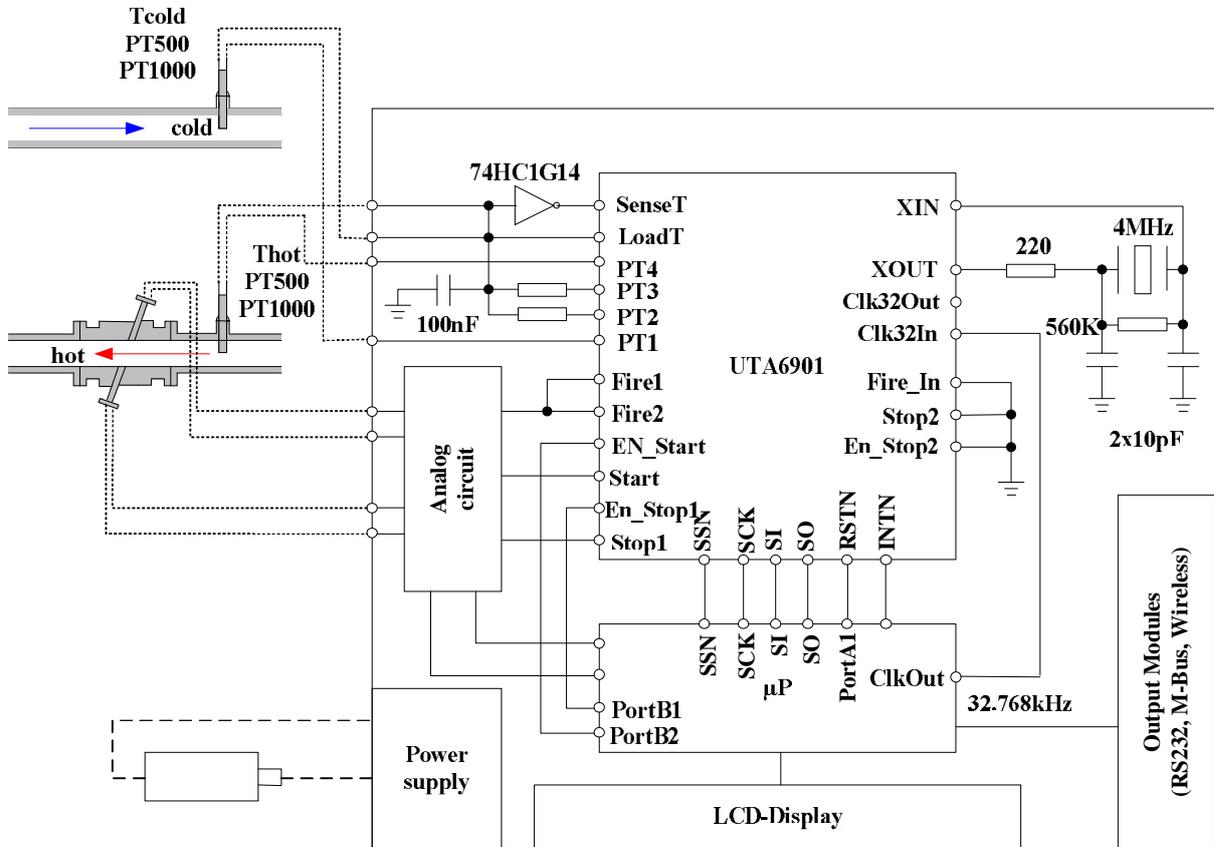


图 6.1 UTA6901 在超声波热量表中的典型应用

6.2. 设置

一个典型的设置如下：

表 6.2 典型设置

Bit	Reg0	x	Reg1	x	Reg2	x	Reg3	x	Reg4	x	Reg5	x
23	RIRE#	0	HIT2	0	EN_INT	1	sc	0	sc	1	CONF_FIRE	0
22		0		0		1	sc	0	sc	0		
21		1		1		1	EN_ERR_VAL	0	sc	0		
20	DIV_FIRE	1	HIT1	0	RFEDGE2	0	SEL_TIMO_MR2	0	sc	0	EN_STARTNOISE	0
19		0		0	RFEDGE1	0		1	sc	0	sc	1
18	DIV_FIRE	0	HIT1	0	DELVAL1	0	DELVAL2	0	DELVAL3	0	REPEAT_FIRE	0
17		1		0	0	0	0	0	0			
16		1		1	0	0	0	0	0	0		
15	CALRES#	1	EN_FAST_INIT	0		0		0		0	PHASE_FIRE	0

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
直 线：
手 机：
工作 QQ：
传 真：
地 址：
公司主页：

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



14		0	sc	1	0	0	0	0	0
13	ClkHSDiv	0	HITIN2	0	1	1	1	1	0
12		0		0	1	1	1	1	0
11	START_ClkHS	1		0	0	0	0	0	0
10		0	HITIN1	1	0	0	1	1	0
9	PORT#	1		0	1	1	1	0	0
8	TCycle	0		0	0	1	1	0	0
7	No_FAKE	0	sc	0	0	0	0	0	0
6	SeIClKT	1	sc	0	0	0	0	0	0
5	Calibrate	1	sc	0	0	0	0	0	0
4	DisAutoCal	0	sc	0	0	0	0	0	0
3	MRange2	1	sc	0	0	0	0	0	0
2	NEG_STOP2	0	sc	0	0	0	0	0	0
1	NEG_STOP1	0	sc	0	0	0	0	0	0
0	NEG_START	0	sc	0	0	0	0	0	0

- 所有输入都被设置为上升沿触发
- 使用测量范围 2 并采用自动校准功能.
- 温度测量使用周期为 128us 的高速时钟，4 个端口，两次伪测量（两个传感器，一个用于冷水一个用于热水）
- 高速时钟只在进行具有 640us 延迟的时间测量时才开启
- 不需要置配器就可以使用 4MHz 的高速时钟
- 4 MHz 的时钟校准是以 8 个 32.768 kHz 时钟周期(244.14us)为基准的。
- 对于触发脉冲发生器，4MHZ 的时钟除以 4 得到 1MHZ，.发生器发送 3 个脉冲。
- 100us 后接收第一个 stop 信号，102us 后接收第二个，104us 后接收第三个
- TDC 设置为在 STOP1 通道上测量三次采样
- ALU 设置为计算 Hit1-Start
- 所有中断选项都处于激活状态，1024us 后产生溢出

6.3. 流量测量

上电复位:

Send CMD = 0x50

设置:

Send CMD = 0x80338A68

Send CMD = 0x81214400

Send CMD = 0x82E03200

Send CMD = 0x83083300

Send CMD = 0x84203400

Send CMD = 0x85080000

校准时钟:

Send CMD = 0x03 Start_Cal_Resonator

Check-loop INTN = 0?

Send CMD = 0xB0, Read RES_0

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直线: 0755-82785581.
 手机: 15012764936
 工作QQ: 872633911.
 传真: 0755-82785458.
 地址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>



Correction factor = 488.28125/RES_0

测量循环:

每隔 10 秒进行一次温度测量:

Send CMD = 0x02 Start_Temp

Check-loop INTN = 0?

Send CMD = 0xB4, Read SI = STAT

STAT&0x1E00 > 0: -> Error routine

Send CMD = 0xB0, Read RES_0

Send CMD = 0xB1, Read RES_1

Send CMD = 0xB2, Read RES_2

Send CMD = 0xB3, Read RES_3

Rhot/Rref = RES_0/RES_1

Rcold/Rref = RES_3/RES_2

跳转到查询表查询对应的温度.

每 1 秒进行一次飞行时间测量 :

Send CMD = 0x70 Initialize TDC

Send CMD = 0x01 Start_Cycle 触发脉冲发生器 Check-loop INTN = 0?

Send CMD = 0xB4, Read SI = STAT

STAT&0x0600 > 0: -> Error routine

Send CMD = 0x81314400 calculate HIT2-Start

Wait for 4.6μs (ALU time)

Send CMD = 0x81414400 calculate HIT3-Start

Wait for 4.6μs (ALU time)

Send CMD = 0xB0, Read RES_0

Send CMD = 0xB1, Read RES_1

Send CMD = 0xB2, Read RES_2

此时, 微处理器开始进行数据后期处理并计算流量和热量。

6.4. 电流消耗

测量单元(包括 TDC、模拟电路部分、传感器)的整个电流主要由模拟电路部分决定,在 3-5uA 的范围之内。如果采用低功耗的微处理器(如 TI 公司的 MSP430 系列),则整台设备的平均电流消耗可以降至 10~15uA。一节 AA 型号的锂亚硫酰氯电池,可以使整个系统工作十年。采用低成本的 3V CR2450 电池组,也可以使用六年。

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直 线:
手 机:
工作 Q Q:
传 真:
地 址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



7. 电气特性

7.1. 极限工作参数

表 7.1 极限工作参数

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V _{cc} vs. GND	电源电压	-0.3		4	V
V _{io} vs. GND	电源电压	-0.3		4	V
I _{out}	输出电流		±30		mA
T _{stg}	存储温度	-65		150	
T _j	最大结温			125	

7.2. 推荐使用工作条件

表 7.2 推荐使用工作条件

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V _{cc}	V _{cc} Core supply voltage*	V _{io} > V _{cc}	1.8	3.3	3.6	V
V _{io}	I/O supply voltage		1.8	3.3	3.6	V
Av _{dd}	comparator supply voltage		2.7	3.3	3.6	V
t _{ri}	Normal Input Rising Time		-	-	50	ns
t _{fa}	Normal Input Falling Time		-	-	50	ns
t _{ri}	Schmitt Trigger Rising Time		-	-	5	ms
t _{fa}	Schmitt Trigger Falling Time		-	-	5	ms
T _a	Ambient Temperature	T _j must not exceed 125	-40	-	120	

7.3. 直流特性

 表 7.3 直流特性(V_{io} = V_{cc} = 3.3V±0.3V, T_j = -40 to +85)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
I ₃₂	Current 32 kHz	I _{cc} + I _{io} , only 32kHz oscillator running, V _{cc} = 3.3V	-	3.5	-	uA
I _{hs}	Current 4 Mhz :	I _{cc} + I _{io} , only ClkHS running cont. at 4MHz, V _{cc} = 3.3V	-	136	-	uA
I _{tmu}	Current time measuring unit	only during active time measurement	-	15	-	mA
I _{ddq}	Quiescent current	all clocks off, V _{io} = V _{cc} = 3.6V @ 85	-	<150	-	nA
I _l	Input Leakage Current		-1	-	+1	uA
V _{oh}	High Level Output Voltage	I _{oh} = tbd mA V _{io} =Min.	V _{io} -0.4	-	-	V
V _{ol}	Low Level Output Voltage	I _{ol} = tbd mA, V _{io} =Min		-	0.4	V
V _{ih}	High Level Input Voltage	LVTTL Level, V _{io} = Max.	2.0	-		V
V _{il}	Low Level Input Voltage	LVTTL Level, V _{io} = Min.		-	0.8	V
V _{th}	High Level Schmitt Trigger Voltage		1.1	-	2.4	V
V _{tl}	Low Level Schmitt Trigger Voltage		0.6	-	1.8	V
V _h	Schmitt Trigger Hysteresis		0.1	-	-	V

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

 李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


7.4. 时间测量单元

表 7.4 时间测量单元

符号	参数	条件	数值			单位
			最小	典型	最大	
	LSB	-	-40 °C	25 °C	85 °C,	ps
			3.6 V	3.3 V	3.0 V	
	LSB	-	41	52	64	ps
			-40 °C,	25 °C,	80 °C,	
	Standard Deviation	Vio=Vcc=3.3V 25	3.6 V	2.5 V	2.25 V	ps
			53	69	87	
			-	26	-	

7.5. 温度测量单元

表 7.5 温度测量单元

Symbol	Parameter	Condition	Rated Value			Unit
			Min	Typ	Max	
	Resolution RMS	Vio = Vcc = 3.3V	-	16.0	-	Bit
	SNR	PT1000	-	96	-	dB
	Absolute Gain-Error	150nF	-	0.1	-	%
	Gain-Drift vs. Vio	Capacitance	-	0.08	-	%/V
	Gain-Drift vs. Temp		-	0.0008	-	%/K
	Uncalibrated Offset		-	<0.01	-	%
	Offset Drift vs. Temp		-	<0.2	-	Ppm/k
	PSRR		-	>100	-	dB

深圳市力拓挥电子有限公司

 联系人:
 直 线:
 手 机:
 工作 QQ:
 传 真:
 地 址:
 公司主页:

 李外兵先生
 0755-82785581.
 15012764936
 872633911.
 0755-82785458.
 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>


8. 封装信息

UTA6901 采用 LQFP32 封装，封装尺寸如图 8.1 所示

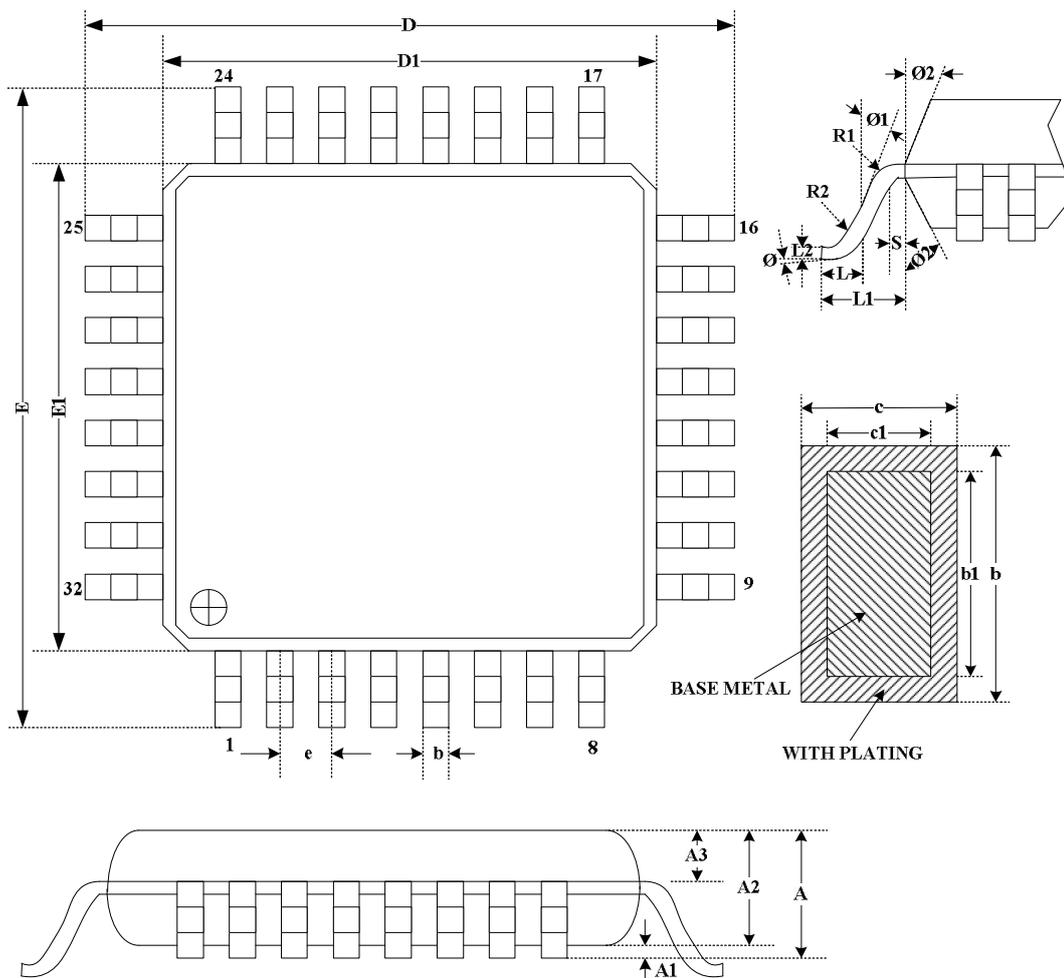


图 8.1 LQFP32 标准封装

表 8.1 封装尺寸

Common dimensions (units of measure = millileter)			
symbol	min	nom	max
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.32	-	0.43
b1	0.31	0.35	0.39
c	0.13	-	0.18
c1	0.12	0.127	0.134
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人:
直 线:
手 机:
工作 QQ:
传 真:
地 址:
公司主页:

李外兵先生
0755-82785581.
15012764936
872633911.
0755-82785458.
深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



e	0.80BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R1	0.08	-	-
R2	0.08	-	0.20
S	0.20	-	-
∅	0°	3.5°	7°
∅1	0°	-	-
∅2	11°	12°	13°
∅3	11°	12°	12°

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人：
 直 线：
 手 机：
 工作 Q Q：
 传 真：
 地 址：
 公司主页：

李外兵先生
 0755-82785581.
 15012764936
 872633911.
 0755-82785458.
 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
<http://www.lthdz-group.com/>



9. 缩略语说明

缩略语	全称
TDC	Time to Digital Converter
RMS	Root Mean Square

10. 版本记录

版本	发布时间	修改历史	备注
V1.0	2011.04	正式发布	-
V1.1	2011.06	修改部分公式	-

深圳市力拓挥电子有限公司

联系人: 李外兵先生
 直 线: 0755-82785581.
 手 机: 15012764936
 工作 QQ: 872633911.
 传 真: 0755-82785458.
 地 址: 深圳市福田区华强北上步工业区 501 栋 405 室。
 公司主页: <http://www.lthdz-group.com/>

