

TK18

带 ADC/PWM/LED 驱动之电容式触摸按键 8051 闪存单片机

用户参考手册

TK MCU 系列产品

Revision 1.7

Jan. 2016

请注意以下有关迅杰科技-ENE 知识产权的政策

※ 迅杰的名称和标识都是迅杰科技股份有限公司的注册商标。

※ 迅杰科技保留对规格书中产品在功能、设计和可靠度的改进作进一步说明的权利。然而文中所提到的应用其目的仅仅是用来做说明，迅杰不保证和不表示这些应用在没有更深入的修改就能适用，也不推荐用它所做的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。迅杰产品不授权适用于救生、维生器件或系统中作为关键器件。迅杰拥有不事先通知而修改产品及规格书的权利，对于最新的信息，请参考迅杰公司的官方网站 <http://www.ene.com.tw>

改版记录

版别	改版内容	改版日期
V1.0	初版	2015/04
V1.1	增加TK18A14W0B /SOP20 产品讯息	2015/04
V1.2	CLDO脚位串电阻56R下地	2015/06
V1.3	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引脚封装图新增说明 2. 新增CEXT引脚当I/O时之设定 (第十章 I/O说明) 3. 附录一中新增, 使用X-ISP时之注意事项 	2015/08
V1.4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新GPIO26与GPIO27初始状态 2. 更新LED章节之COM寄存器说明 	2015/09
V1.5	<ol style="list-style-type: none"> 1. UART由全双工变更为半双工 2. 新增Timer0与Timer1使用注意事项 	2015/09
V1.6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加ADC_CTRL Bit4说明 2. 更新I²C章节内容 	2015/11
V1.7	更新Timer与UART章节之内容	2016/01

目录

1 产品介绍.....	5
1.1 概述.....	5
1.2 特点.....	5
1.3 产品订购讯息	6
1.4 系统框图	7
1.5 引脚配置与说明.....	8
1.5.1 引脚封装图	8
1.5.2 引脚封装对照表.....	10
1.5.3 引脚功能说明	11
2 内核结构 (MCU CORE).....	15
2.1 概述.....	15
2.2 运算器	15
2.2.1 算术逻辑单元 ALU(ARITHMETIC LOGIC UNIT)	15
2.2.2 累加器 ACC(ACCUMULATOR)	15
2.2.3 寄存器 B.....	15
2.2.4 程序状态字 PSW(PROGRAM STATUS WORD).....	15
2.3 控制器	16
2.3.1 程序计数器 PC(PROGRAM COUNTER)	16
2.3.2 指令寄存器 IR 及指令译码器 ID.....	16
2.3.3 数据指针 DPTR(DATA POINTER)	16
2.3.4 堆栈指针 SP (STACK POINTER).....	17
3 存储器 (MEMORY).....	18
3.1 概述.....	18
3.2 程序存储器 ROM.....	18
3.2.1 程序闪存 FLASH ROM.....	18
3.2.2 数据闪存 EEPROM (DATA FLASH).....	18
3.3 数据存储器 RAM	19
3.3.1 内部数据存储器 IRAM	19
3.3.2 外部数据存储器 XRAM	19
3.4 功能寄存器 REG	20
3.4.1 特殊功能寄存器 SFR.....	20
3.4.2 外围模块功能寄存器.....	21
4 振荡器	22
4.1 概述.....	22
4.2 内部高速 RC 振荡器 HIRC	22
4.3 内部低速 RC 振荡器 LIRC.....	22
4.4 正常系统工作模式	23
4.4.1 系统振荡频率 F_{SYS}	23

4.4.2 指令周期及时间.....	23
4.5 系统睡眠模式	23
4.5.1 进入睡眠模式	24
4.5.2 由 WDT 的溢出来唤醒睡眠状态	24
4.5.3 由外部唤醒中断 GPW 口来唤醒睡眠状态.....	24
5 复位 RESET	25
5.1 概述.....	25
6 中断 INTERRUPT.....	26
6.1 概述.....	26
6.2 结构框图	27
6.3 相关控制寄存器.....	28
6.3.1 中断允许控制寄存器.....	28
6.3.2 中断请求标志寄存器.....	32
7 低电压检测器 LVD.....	37
7.1 概述.....	37
7.2 相关控制寄存器.....	37
7.3 使用方法及注意事项.....	38
8 看门狗定时器 WDT	39
8.1 概述.....	39
8.2 结构框图	39
8.3 相关控制寄存器.....	40
8.4 使用方法及注意事项.....	41
9 定时/计数器 TIMER0 及 TIMER1.....	42
9.1 概述.....	42
9.2 结构框图.....	42
9.2.1 T0 与 T1 MODE 0 使用说明	42
9.2.2 T0 与 T1 MODE 1 使用说明	43
9.2.3 T0 与 T1 MODE 1 使用说明	43
9.3 相关控制寄存器.....	44
10 输入/输出端口 GPIO.....	47
10.1 概述.....	47
10.2 结构框图.....	47
10.3 相关控制寄存器.....	48
11 PWM	60
11.1 概述.....	60
11.2 结构框图.....	60
11.3 相关控制寄存器	61
11.4 PWM 输出与 GPIOD 初值的关系	64
12 触摸按键 TK.....	65
12.1 概述.....	65

12.2 相关控制寄存器.....	65
12.3 使用方法及注意事项.....	71
13 LED 驱动模块 LED DRIVER	72
13.1 概述.....	72
13.2 结构框图.....	72
13.3 相关控制寄存器.....	73
14 通用异步接收/发送器 UART	77
14.1 概述.....	77
14.2 结构框图.....	77
14.3 相关控制寄存器.....	79
15 I ² C 总线从机通信	83
15.1 概述.....	83
15.2 结构框图.....	83
15.3 相关控制寄存器.....	84
16 模数转换 ADC	90
16.1 概述.....	90
16.2 结构框图.....	90
16.3 相关控制寄存器.....	91
17 电气特性.....	94
17.1 极限参数.....	94
17.2 正常工作范围	94
17.3 直流参数 (TA=25°C, LIRC= 32KHZ).....	94
17.4 交流参数 (TA = -40 ~ 85°C)	95
17.5 ADC 参数	96
17.6 I ² C 参数	96
17.7 数据闪存 EEPROM (DATA FLASH)参数.....	97
17.8 上电复位参数 (TA=25°C, VCC = 5V)	97
18 应用电路.....	98
18.1 参考应用电路	98
18.2 电路元器件参数说明.....	99
19 封装信息.....	100
19.1 外形尺寸.....	100
19.2 手工焊接温度限制	105
19.3 产品型号说明	105
19.4 工艺技术数据	106
附录 1 ISP (IN-SYSTEM PROGRAMMING)介绍	109
附录 2 程序自定义功能寄存器	112
附录 3 指令集	113

1 产品介绍

1.1 概述

TK18 为 8051 内核并内建电容式感应触摸按键之 8 位闪存微控制器,工作电压从 2.7V ~ 5.5V、工作温度为-40°C ~ 85°C, 并内建 28MHz 高精度振荡器以作为系统频率之用。TK18 最多可支持 28 个通道的触摸按键, 并包含有: 32K 字节闪存、128 字节 EEPROM、256 字节 IRAM 与 1K 字节 XRAM 内存、4 通道 8 位 PWM、6 通道 10 位高精度度 ADC 与 I²C 从机、半双工 UART 通讯接口。

TK18 所有的触摸端口亦可当做通用 GPIO 端口使用, 可用于一般驱动或是选择强驱动能力, 其中 COM0~COM5 带强电流驱动能力, 可轻易的直接驱动数码管或 LED 指示灯, 最多可以支持 7 位/8 段的硬件 LED 驱动控制。

TK18 是一款工业级别的芯片, 并具有非常优异抗 EFT、CS 能力, 极适合应用在电磁炉、油烟机、洗碗柜、电饭煲等需要优异抗干扰能力的家电产品领域上的触摸芯片。

1.2 特点

- **内核 (core)**
 - 2T 8051 微处理器
 - 系统频率最高可达 28 MHz
 - 工作电压:2.7V 到 5.5V
 - 工作温度:-40°C ~ 85°C
 - 内建 28MHz ± 3% @ -40°C ~ 85°C 之 RC 高精度振荡器, 无需外接组件
- **内存 (memory)**
 - 32 K 字节闪存
 - 256 字节 IRAM
 - 1K 字节 XRAM
 - 128 字节 EEPROM (Data Flash)
 - 在线系统更新 ISP(In-System Programming)
 - 在线电路更新 ICP(In-Circuit Programming)
 - 在线 TK 信号调试
- **最多 28 个通道之触摸按键**
- **最多 36 个通用 GPIO 口**
- **最多 7 位 / 8 段的硬件 LED 驱动控制**
 - COM0~COM5 各提供 146mA 强电流驱动
- **4 通道 8 位 PWM**
- **模拟转数字转换器 (ADC)**
 - 提供 6 通道
 - 10 位分辨率
 - 每秒采样率可达 65 kSPS
- **通讯接口(connectivity)**
 - 一组 I²C 从机 (可达 400 kHz)
 - 一组半双工 UART 通讯接口
- **2 组 16 位定时/计数器**
- **低电压复位 LVR 功能**
- **低电压检测 LVD 功能**
- **16 位看门狗定时器 WDT**

1.3 产品订购讯息

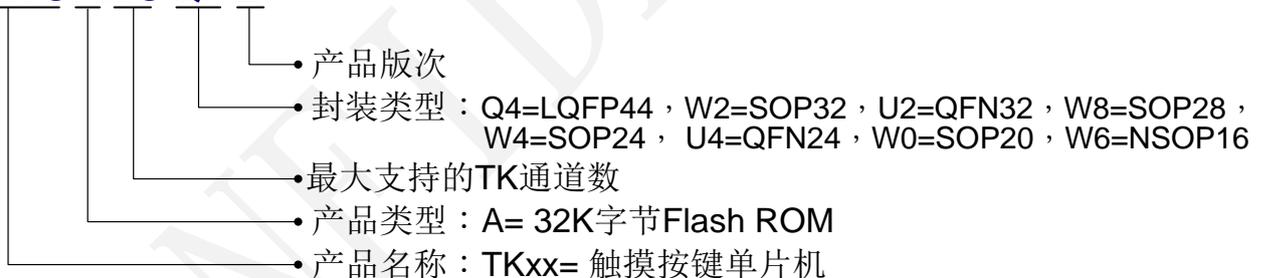
产品编号	Flash ROM	TK	I/O	ADC	PWM	LED Driver	I ² C Slave / UART	封装
TK18A28Q4B	32KB	28	36	10b x 6	8b x 4	7C x 8S	1CH / 1CH	LQFP44
TK18A26U2B	32KB	26	28	10b x 6	8b x 3	7C x 8S	1CH / 1CH	QFN32
TK18A26W2B	32KB	26	28	10b x 6	8b x 3	7C x 8S	1CH / 1CH	SOP32
TK18A22W8B	32KB	22	24	10b x 4	8b x 3	7C x 8S	1CH / 1CH	SOP28
TK18A18U4B	32KB	18	20	10b x 4	8b x 3	5C x 8S	1CH / 1CH	QFN24
TK18A18W4B	32KB	18	20	10b x 4	8b x 3	5C x 8S	1CH / 1CH	SOP24
TK18A14W0B	32KB	14	16	10b x 3	8b x 2	5C x 8S	1CH / 1CH	SOP20
TK18A10W6B	32KB	10	12	10b x 3	8b x 3	3C x 7S	1CH / 1CH	NSOP16

表 1-1 TK18 系列产品选型表

- VCC=2.7~5.5V; LVD=2.5~3.2V; IRAM= 256B; XRAM= 1KB
- B=bytes; b=bit; C=COM; S=SEG; CH= channel

➤ 产品命名规则

TK18A28Q4B



1.4 系统框图

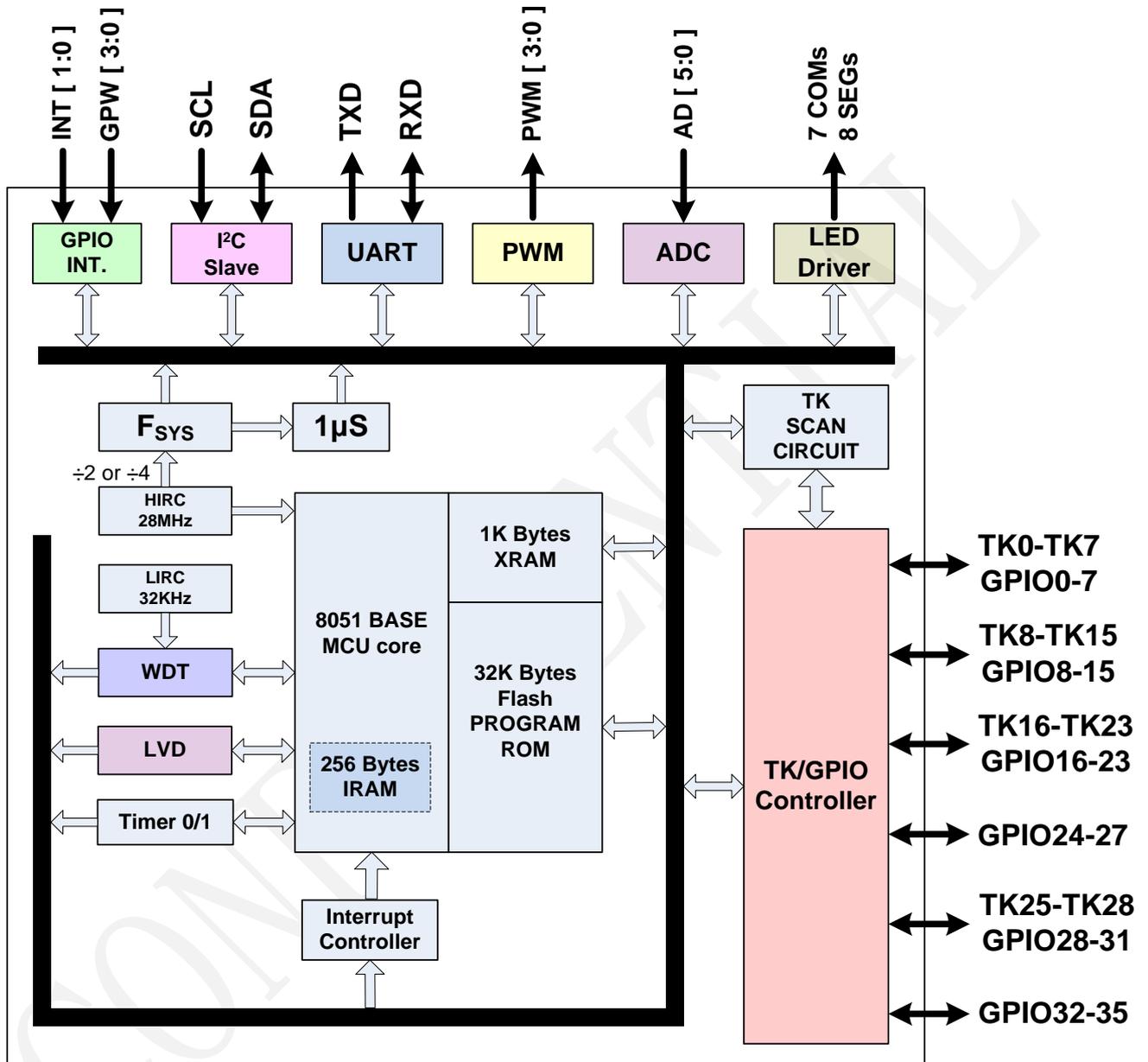
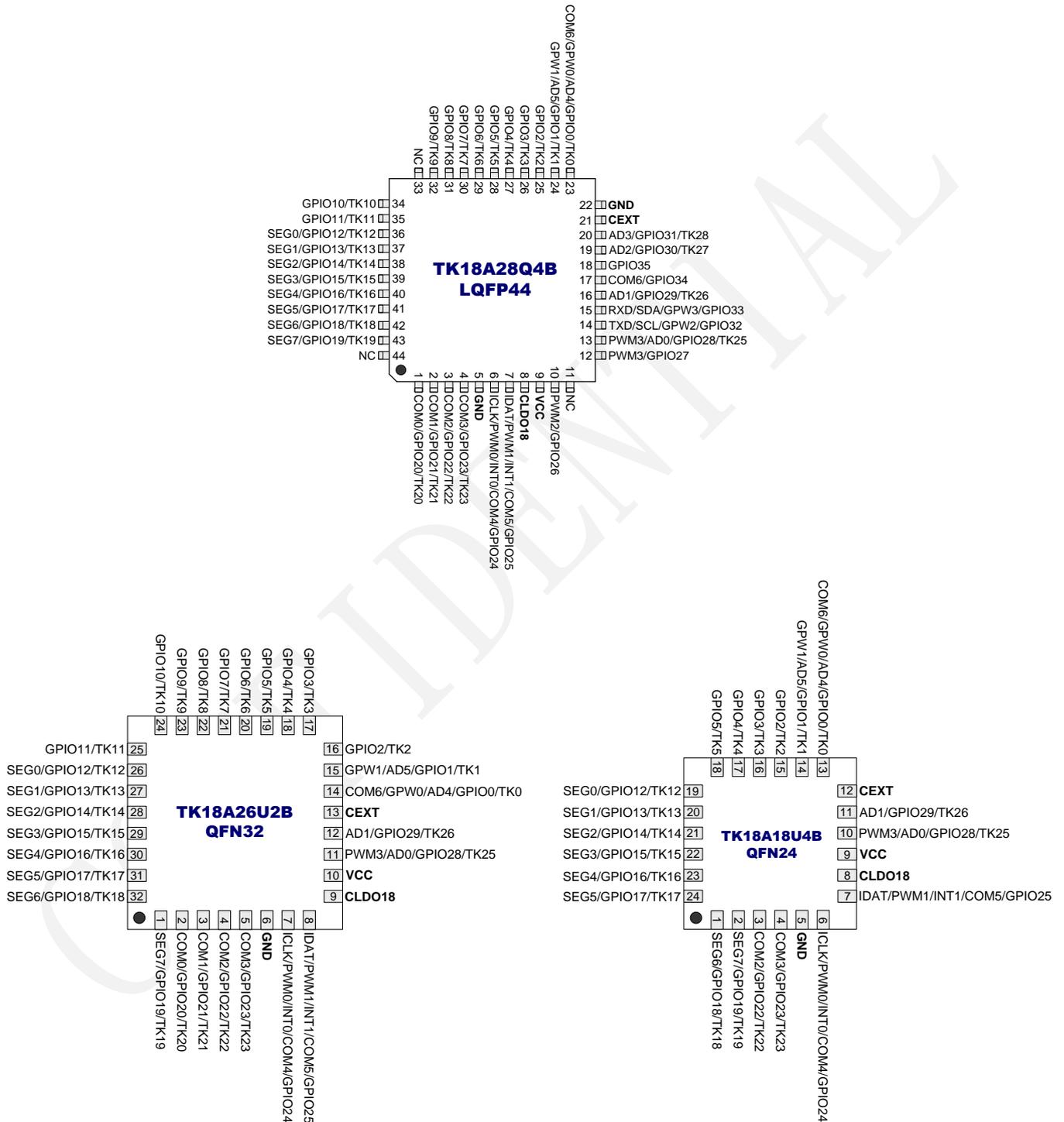


图 1-1 TK18 结构框图

1.5 引脚配置与说明

1.5.1 引脚封装图



注一：未使用到的引脚需切换到 I/O 模式并输出低电平

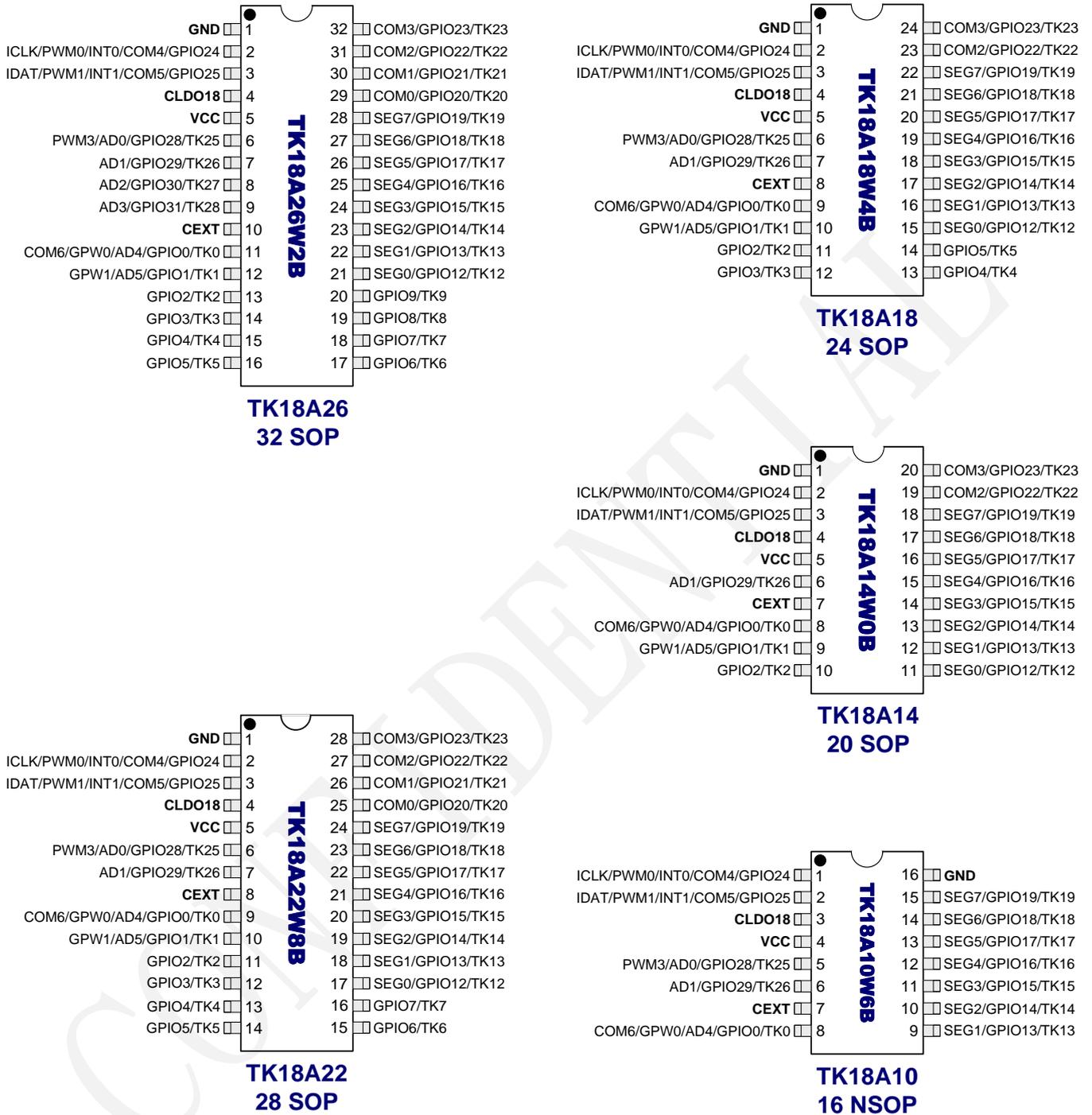


图 1-2 TK18 引脚封装图

注一：未使用到的引脚需切换到 I/O 模式并输出低电平

1.5.2 引脚封装对照表

引脚名	各产品封装所对应的引脚号							
	LQF44	QFN32	SOP32	SOP28	QFN24	SOP24	SOP20	NSOP16
GND	5	6	1	1	5	1	1	16
ICLK/PWM0/INT0/COM4/GPIO24	6	7	2	2	6	2	2	1
IDAT/PWM1/INT1/COM5/GPIO25	7	8	3	3	7	3	3	2
CLDO18	8	9	4	4	8	4	4	3
VCC	9	10	5	5	9	5	5	4
PWM2/GPIO26	10	/	/	/	/	/	/	/
NC	11	/	/	/	/	/	/	/
PWM3/GPIO27	12	/	/	/	/	/	/	/
PWM3/AD0/GPIO28/TK25	13	11	6	6	10	6	/	5
TXD/SCL/GPW2/GPIO32	14	/	/	/	/	/	/	/
RXD/SDA/GPW3/GPIO33	15	/	/	/	/	/	/	/
AD1/GPIO29/TK26	16	12	7	7	11	7	6	6
COM6/GPIO34	17	/	/	/	/	/	/	/
GPIO35	18	/	/	/	/	/	/	/
AD2/GPIO30/TK27	19	/	8	/	/	/	/	/
AD3/GPIO31/TK28	20	/	9	/	/	/	/	/
CEXT	21	13	10	8	12	8	7	7
GND	22	/	/	/	/	/	/	/
COM6/GPW0/AD4/GPIO0/TK0	23	14	11	9	13	9	8	8
GPW1/AD5/GPIO1/TK1	24	15	12	10	14	10	9	/
GPIO2/TK2	25	16	13	11	15	11	10	/
GPIO3/TK3	26	17	14	12	16	12	/	/
GPIO4/TK4	27	18	15	13	17	13	/	/
GPIO5/TK5	28	19	16	14	18	14	/	/
GPIO6/TK6	29	20	17	15	/	/	/	/
GPIO7/TK7	30	21	18	16	/	/	/	/
GPIO8/TK8	31	22	19	/	/	/	/	/
GPIO9/TK9	32	23	20	/	/	/	/	/
NC	33	/	/	/	/	/	/	/
GPIO10/TK10	34	24	/	/	/	/	/	/
GPIO11/TK11	35	25	/	/	/	/	/	/
SEG0/GPIO12/TK12	36	26	21	17	19	15	11	/
SEG1/GPIO13/TK13	37	27	22	18	20	16	12	9
SEG2/GPIO14/TK14	38	28	23	19	21	17	13	10

【续 1】

引脚名	各产品封装所对应的引脚号							
	LQF44	QFN32	SOP32	SOP28	QFN24	SOP24	SOP20	NSOP16
SEG3/GPIO15/TK15	39	29	24	20	22	18	14	11
SEG4/GPIO16/TK16	40	30	25	21	23	19	15	12
SEG5/GPIO17/TK17	41	31	26	22	24	20	16	13
SEG6/GPIO18/TK18	42	32	27	23	1	21	17	14
SEG7/GPIO19/TK19	43	1	28	24	2	22	18	15
NC	44							
COM0/GPIO20/TK20	1	2	29	25				
COM1/GPIO21/TK21	2	3	30	26				
COM2/GPIO22/TK22	3	4	31	27	3	23	19	
COM3/GPIO23/TK23	4	5	32	28	4	24	20	

表 1-2 引脚封装对照表

1.5.3 引脚功能说明

引脚名	引脚复用	类型	复位状态	功能说明	备注
GND	GND	P	-	接地，芯片 0V 参考点	
ICLK/PWM0/INT0/COM4/GPIO24	ICLK	I	I	时钟脚，用来连接 X-ISP 工具	一
	PWM0	O	-	8 位 PWM 通道 0 输出	
	INT0	I	-	外部中断 0 输入	
	COM4	O	-	LED COM 通道 4 输出	
	GPIO24	I/O	-	输入/输出通道 24	
IDAT/PWM1/INT1/COM5/GPIO25	IDAT	I/O	I	数据脚，用来连接 X-ISP 工具	一
	PWM1	O	-	8 位 PWM 通道 1 输出	
	INT1	I	-	外部中断 1 输入	
	COM5	O	-	LED COM 通道 5 输出	
	GPIO25	I/O	-	输入/输出通道 25	
CLDO18	CLDO18	P	-	内部 1.8V 电源的稳压电容	二
VCC	VCC	P	-	芯片电源 (2.7V~5.5V)	
PWM2/GPIO26	PWM2	O	-	8 位 PWM 通道 2 输出	
	GPIO26	I/O	HiZ	输入/输出通道 26	
PWM3/GPIO27	PWM3	O	-	8 位 PWM 通道 3 输出	三
	GPIO27	I/O	HiZ	输入/输出通道 27	
PWM3/AD0/GPIO28/TK25	PWM3	O	-	8 位 PWM 通道 3 输出	三
	AD0	I	-	ADC 仿真通道 0 输入	
	GPIO28	I/O	HiZ	输入/输出通道 28	
	TK25	A	-	触摸按键通道 25	

【续 1】

引脚名	引脚复用	类型	复位状态	功能说明	备注
TXD/SCL/GPW2/GPIO32	TXD	O	-	UART 串口通信数据输出	四
	SCL	I	-	I ² C 总线时钟输入	四
	GPW2	I	-	外部唤醒中断 2 输入	
	GPIO32	I/O	HiZ	输入/输出通道 32	
RXD/SDA/GPW3/GPIO33	RXD	I	-	UART 串口通信数据输入	四
	SDA	I/O	-	I ² C 总线数据输出/输入	四
	GPW3	I	-	外部唤醒中断 3 输入	
	GPIO33	I/O	HiZ	输入/输出通道 33	
AD1/GPIO29/TK26	AD1	I	-	ADC 仿真通道 1 输入	
	GPIO29	I/O	HiZ	输入/输出通道 29	
	TK26	A	-	触摸按键通道 26	
COM6/GPIO34	COM6	O	-	LED COM 通道 6 输出	五
	GPIO34	I/O	HiZ	输入/输出通道 34	
GPIO35	GPIO35	I/O	HiZ	输入/输出通道 35	
AD2/GPIO30/TK27	AD2	I	-	ADC 仿真通道 2 输入	
	GPIO30	I/O	HiZ	输入/输出通道 30	
	TK27	A	-	触摸按键通道 27	
AD3/GPIO31/TK28	AD3	I	-	ADC 仿真通道 3 输入	
	GPIO31	I/O	HiZ	输入/输出通道 31	
	TK28	A	-	触摸按键通道 28	
CEXT	CEXT	A	HiZ	触摸按键参考电容输入	六
COM6/GPW0/AD4/GPIO0/TK0	COM6	O	-	LED COM 通道 6 输出	五
	GPW0	I	-	外部唤醒中断 0 输入	
	AD4	I	-	ADC 仿真通道 4 输入	
	GPIO0	I/O	HiZ	输入/输出通道 0	
	TK0	A	-	触摸按键通道 0	
GPW1/AD5/GPIO1/TK1	GPW1	I	-	外部唤醒中断 1 输入	
	AD5	I	-	ADC 仿真通道 5 输入	
	GPIO1	I/O	HiZ	输入/输出通道 1	
	TK1	A	-	触摸按键通道 1	
GPIO2/TK2	GPIO2	I/O	HiZ	输入/输出通道 2	
	TK2	A	-	触摸按键通道 2	
GPIO3/TK3	GPIO3	I/O	HiZ	输入/输出通道 3	
	TK3	A	-	触摸按键通道 3	

【续 2】

引脚名	引脚复用	类型	复位状态	功能说明	备注
GPIO4/TK4	GPIO4	I/O	HiZ	输入/输出通道 4	
	TK4	A	-	触摸按键通道 4	
GPIO5/TK5	GPIO5	I/O	HiZ	输入/输出通道 5	
	TK5	A	-	触摸按键通道 5	
GPIO6/TK6	GPIO6	I/O	HiZ	输入/输出通道 6	
	TK6	A	-	触摸按键通道 6	
GPIO7/TK7	GPIO7	I/O	HiZ	输入/输出通道 7	
	TK7	A	-	触摸按键通道 7	
GPIO8/TK8	GPIO8	I/O	HiZ	输入/输出通道 8	
	TK8	A	-	触摸按键通道 8	
GPIO9/TK9	GPIO9	I/O	HiZ	输入/输出通道 9	
	TK9	A	-	触摸按键通道 9	
GPIO10/TK10	GPIO10	I/O	HiZ	输入/输出通道 10	
	TK10	A	-	触摸按键通道 10	
GPIO11/TK11	GPIO11	I/O	HiZ	输入/输出通道 11	
	TK11	A	-	触摸按键通道 11	
SEG0/GPIO12/TK12	SEG0	O	-	LED SEG 通道 0 输出	
	GPIO12	I/O	HiZ	输入/输出通道 12	
	TK12	A	-	触摸按键通道 12	
SEG1/GPIO13/TK13	SEG1	O	-	LED SEG 通道 1 输出	
	GPIO13	I/O	HiZ	输入/输出通道 13	
	TK13	A	-	触摸按键通道 13	
SEG2/GPIO14/TK14	SEG2	O	-	LED SEG 通道 2 输出	
	GPIO14	I/O	HiZ	输入/输出通道 14	
	TK14	A	-	触摸按键通道 14	
SEG3/GPIO15/TK15	SEG3	O	-	LED SEG 通道 3 输出	
	GPIO15	I/O	HiZ	输入/输出通道 15	
	TK15	A	-	触摸按键通道 15	
SEG4/GPIO16/TK16	SEG4	O	-	LED SEG 通道 4 输出	
	GPIO16	I/O	HiZ	输入/输出通道 16	
	TK16	A	-	触摸按键通道 16	
SEG5/GPIO17/TK17	SEG5	O	-	LED SEG 通道 5 输出	
	GPIO17	I/O	HiZ	输入/输出通道 17	
	TK17	A	-	触摸按键通道 17	

【续 3】

引脚名	引脚复用	类型	复位状态	功能说明	备注
SEG6/GPIO18/TK18	SEG6	O	-	LED SEG 通道 6 输出	
	GPIO18	I/O	HiZ	输入/输出通道 18	
	TK18	A	-	触摸按键通道 18	
SEG7/GPIO19/TK19	SEG7	O	-	LED SEG 通道 7 输出	
	GPIO19	I/O	HiZ	输入/输出通道 19	
	TK19	A	-	触摸按键通道 19	
COM0/GPIO20/TK20	COM0	O	-	LED COM 通道 0 输出	
	GPIO20	I/O	HiZ	输入/输出通道 20	
	TK20	A	-	触摸按键通道 20	
COM1/GPIO21/TK21	COM1	O	-	LED COM 通道 1 输出	
	GPIO21	I/O	HiZ	输入/输出通道 21	
	TK21	A	-	触摸按键通道 21	
COM2/GPIO22/TK22	COM2	O	-	LED COM 通道 2 输出	
	GPIO22	I/O	HiZ	输入/输出通道 22	
	TK22	A	-	触摸按键通道 22	
COM3/GPIO23/TK23	COM3	O	-	LED COM 通道 3 输出	
	GPIO23	I/O	HiZ	输入/输出通道 23	
	TK23	A	-	触摸按键通道 23	

表 1-3 引脚功能说明

备注一、ICLK 及 IDAT (默认为带 4.7KΩ 输入)是用来与 ene X-ISP 调试工具连接的通信口，而此通信口可以透过寄存器的设置将该引脚功能映射至任意的 GPIO 口来动作，以灵活的让用户依实际需求使用 (用法可参考 ISPCLK_MUX、ISPDAT_MUX 寄存器)。

备注二、CLDO18 引脚为内部 1.8V 电源的稳压电容接脚，建议外接 1.0~4.7μF 的对地电容。

备注三、由于在 LQFP44 以下的封装并不会会有『PWM3/GPIO27』的引脚，故此时如果还要实现 PWM3 的功能时，可由『PWM3/AD0/GPIO28/TK25』引脚来实现，具体的操作方式请参考『第 11 章节 PWM』中的『MAC_OPT』寄存器。

备注四、虽然在 LQFP44 以下的封装并不会会有『TXD、RXD、SCL、SDA』这四支引脚，但用户仍可以透过寄存器的设置将该引脚功能映射至任意的 GPIO 口来动作(具体可参考 TXDMUX、RXDMUX、I2CCCLK_MUX、I2CDAT_MUX 寄存器)。

备注五、由于在 LQFP44 以下的封装并不会会有『COM6/GPIO34』的引脚，故此时如果还要实现 COM6 的功能时，可由『COM6/GPW0/AD4/GPIO0/TK0』引脚来实现，具体的操作方式请参考『第 13 章节 LED 驱动模块』中的『LEDCOMEN』寄存器。

备注六、CEXT 为触摸按键的参考电容输入脚，需外接 3.9nF 的对地电容 (此电容须使用 10% 高精度的 NPO 或 X7R 材质的电容)。

备注七、I/O= 输入/输出，O=输出，I=输入，P=电源，A=模拟信号，HiZ= 高阻抗。

2 内核结构 (MCU Core)

2.1 概述

TK18 为 ene 特别设计的触摸按键单片机，而芯片的内核仍采用市场上最通用的标准8051核，同时也完全兼容标准8051 的指令，以下为TK18 内核的相关寄存器结构框图：

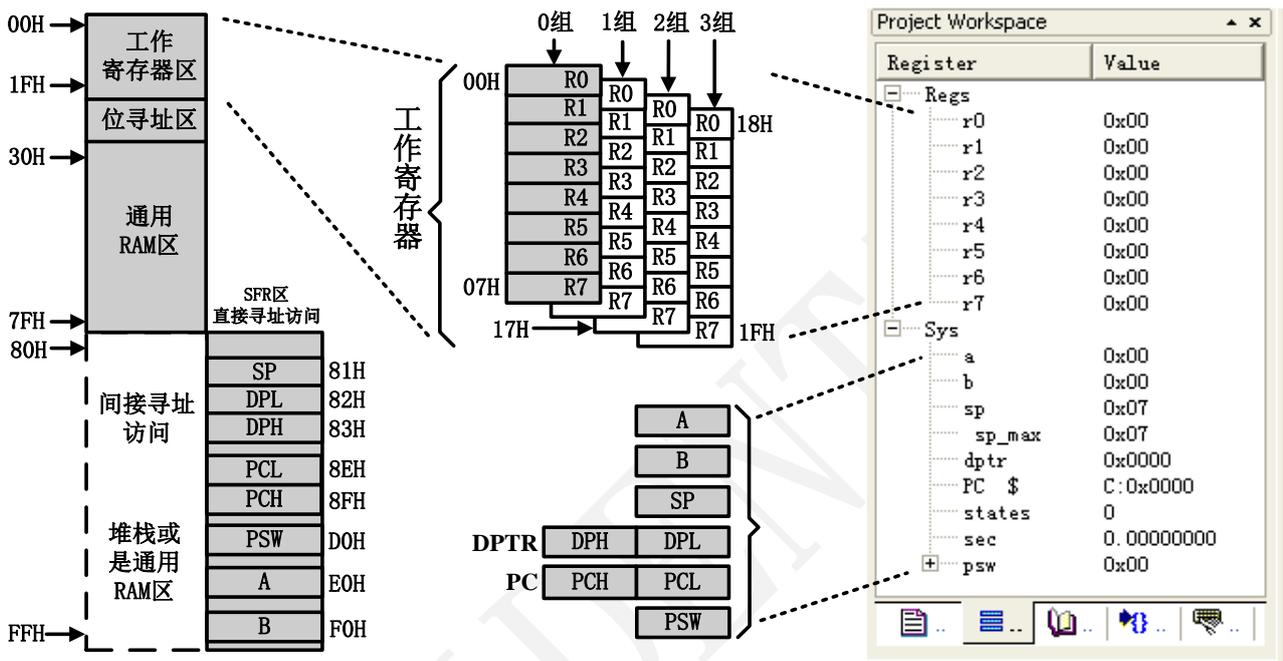


图2-1 内核寄存器结构框图

2.2 运算器

2.2.1 算术逻辑单元 ALU(Arithmetic Logic Unit)

ALU是由加法器和其它逻辑电路等组成的，它用于对数据进行算术四则运算和逻辑运算、移位操作、位操作等功能。操作结果的状态信息送至状态寄存器（PSW）。

2.2.2 累加器 ACC(Accumulator)

ACC是一个8位的寄存器，简称为A，它通过暂寄存器与ALU相连。它是CPU执行指令时使用最频繁的寄存器，用来存一个操作数或中间结果。

2.2.3 寄存器 B

乘法时用于存乘数/积的高8位；除法时用于存除数/余数。

2.2.4 程序状态字 PSW(Program Status Word)

PSW是一个8位的专用寄存器，用于存程序运行中的各种状态信息。它可以进行位寻址。PSW各位的定义如下(复位时PSW= 00H)：

PSW (地址: D0H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	---	P

- Bit7 CY:** 进位标志，
在加或减运算时，如果操作结果最高位有进位或借位时，CY由硬件置“1”，否则清“0”。
- Bit6 AC:** 辅助进位标志（又称半进位），
在加或减运算时，低四位数向高四位产生的进位或借位，将由硬件置“1”，否则为0。
- Bit5 F0:** 用户标志位
由用户置位或复位。它可作为用户自行定义的一个状态标记。
- Bit4~3 RS1~RS0:** 工作寄存器组指针，用以选择CPU当前工作的寄存器组。
00: 选择第0组R0~R7工作寄存器，寄存器地址为00H~07H
01: 选择第1组R0~R7工作寄存器，寄存器地址为08H~0FH
10: 选择第2组R0~R7工作寄存器，寄存器地址为10H~17H
11: 选择第3组R0~R7工作寄存器，寄存器地址为18H~1FH
- Bit2 OV:** 溢出标志，
当进行算术运算时，如果产生溢出，则由硬件将OV位置1，否则清“0”。
- Bit0 P:** 奇偶标志位
该位始终跟踪累加器A内容中“1”的奇偶性。当累加器A内容中有奇数个“1”时，P置1；否则，P置“0”。改变累加器A中内容的指令均会影响P标志位。

2.3 控制器

2.3.1 程序计数器 PC(Program Counter)

PC是程序存储器的字节地址计数器，其内容是将要执行的下一条指令的地址，寻址范围最大可达64KB，且有自动加1功能，从而实现程序的顺序执行。可以通过转移、调用、返回等指令改变其内容，以实现程序的转移（复位时PC= 0000H）。

PC为16位，分为=> PCL(地址8EH): PC的低8位
PCH(地址8FH): PC的高8位

2.3.2 指令寄存器 IR 及指令译码器 ID

指令寄存器IR: 用于暂存待执行的指令，等待译码。

指令译码器ID: 指令寄存器中的指令进行译码，即将指令转变为所需的电平信号。

2.3.3 数据指针 DPTR(Data Pointer)

DPTR为16位寄存器。它的功能是存放16位的地址，作为访问外部程序存储器和外部数据存储器的地址。编程时，DPTR既可按16位寄存器使用，也可以按两个8位寄存器分开使用，

即=> DPL(地址82H): DPTR的低8位
DPH(地址83H): DPTR的高8位

2.3.4 堆栈指针 SP (Stack Pointer)

➤ 概念

堆栈是在RAM中专门开辟的一个特殊用途的存储区 (只能从一端存取数据)。

➤ 结构

一端的地址是固定的，称为栈底；另一端的地址是动态变化的，称为栈顶。

➤ 访问原则

先进入堆栈的数据后移出堆栈，即后进入堆栈的数据先移出堆栈。

➤ 操作方式

两种操作方式：数据进栈(push)和数据出栈(pop)。

进栈和出栈都是在栈顶进行，这就必然是按照“先进后出”、“后进先出”的方式存取数据。

➤ 应用

一、是CPU自动使用堆栈，当调用子程序或响应中断，处理中断服务程序时，CPU自动将返回地址存放到堆栈中；通过堆栈传递参数。

二、是程序员使用堆栈，用堆栈暂时存放数据

➤ 指针SP

为栈顶的地址，即SP指向栈顶，且是访问堆栈的间址寄存器，具有自动加1、自动减1功能。当数据进栈时，SP先自动加1，然后CPU将数据存入；当数据出栈时，CPU先将数据送出，然后SP自动减1。由于进栈时SP的值增加，即堆栈向地址大的方向生长，并且栈顶是有效数据，这种堆栈是满递增型堆栈 (复位时SP= 07H)。

注意：在使用堆栈时，SP的地址千万不能与使用中的数据存储器地址重迭，以免程序跑飞。

3 存储器 (Memory)

3.1 概述

TK18单片机的存储器主要分成『程序存储器ROM』及『数据存储器RAM』两大类。其中，『程序存储器ROM』总共有32K bytes 的闪存(其中包含用闪存实现的128 bytes EEPROM); 『数据存储器RAM』总共有256 bytes 的标准MCS-52通用数据存储器IRAM、128 bytes SFR、1K bytes 的通用数据存储器 XRAM以及TK18外围模块功能寄存器 (REG), 以下即为TK18 内核的相关存储器结构框图。

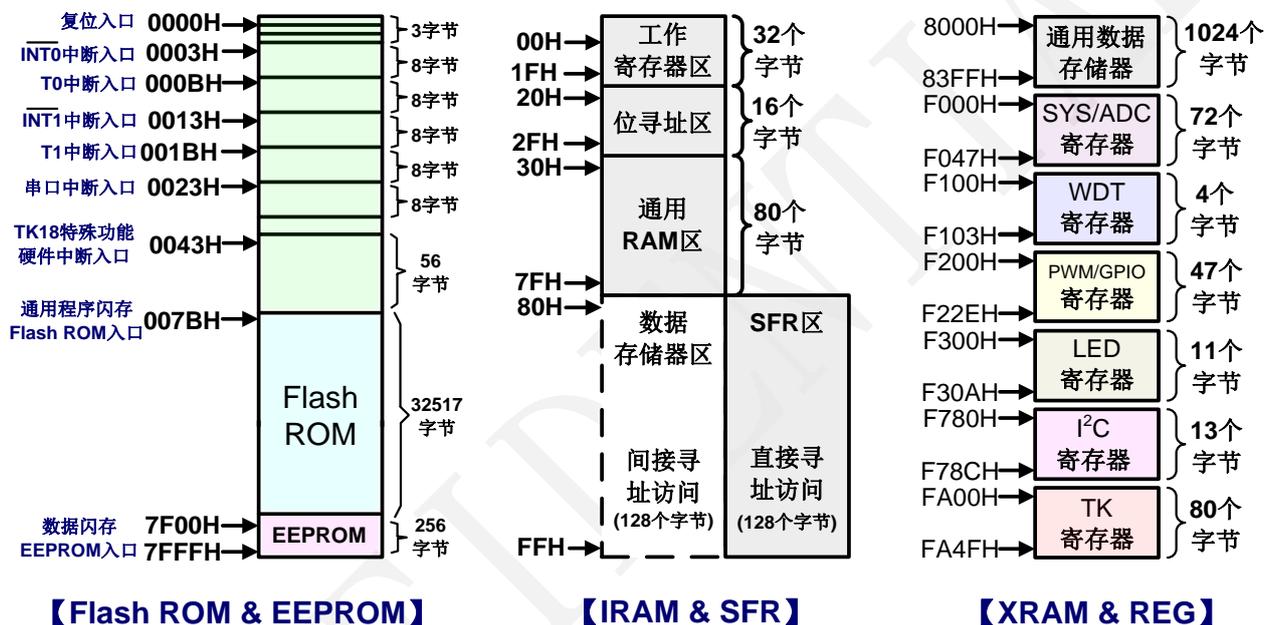


图3-1 TK18存储器结构框图

3.2 程序存储器 ROM

3.2.1 程序闪存 Flash ROM

TK18 总共提供32K bytes 的程序闪存空间 (地址范围为 0000H ~ 7FFFH), 此空间除了可存放复位及中断地址入口的运行程序外, 最主要的是用来存放固定的程序及数据(常数表格等.....)。

3.2.2 数据闪存 EEPROM (Data Flash)

TK18 的程序闪存是采用最新的闪存工艺, 故透过软件的控制就可以用闪存来实现128bytes 的数据EEPROM (地址范围为 7F00H ~ 7FFFH, 其中低128 bytes为数据闪存, 高128 bytes 是程序用来做 EEPROM管理用), 此 EEPROM需透过 ene 的库文件才能调用 (当未调用此EEPROM 的库文件时, 7F00H ~ 7FFFH则是当一般的程序闪存), 用户如果需要使用请参考 ene 的 X-LIB 软件包使用说明文档。

3.3 数据存储器 RAM

3.3.1 内部数据存储器 IRAM

TK18 的数据存储器是兼容MCS-52的IRAM，总共提供了256 bytes 的空间 (地址范围为00H ~ FFH)，相关空间的作用说明如下 (参考图3-2)：

- 00H~7FH(0~127)单元组成低128字节的片内RAM区，对其访问可采用直接寻址或间接寻址的方式，其中~
 - ◇ 00H~1FH: 为工作寄存器区，可由PSW中的RS1/RS0位来控制0~3组中那一组工作。
 - ◇ 20H~2FH: 为通用RAM区，也可以当做位寻址区，共有 128位可使用。
 - ◇ 30H~7FH: 此区可当成通用RAM区或堆栈来使用。
- 80H~FFH(128~256)单元组成高128字节的片内RAM区，对此段的范围只能采用间接寻址方式来访问，此区可当成通用RAM区或堆栈来使用。
- 80H~FFH(128~256)单元组成高128字节的专用寄存器(SFR)区 (此地址是映射通用RAM区的同地址)，只能采用直接寻址方式来访问。

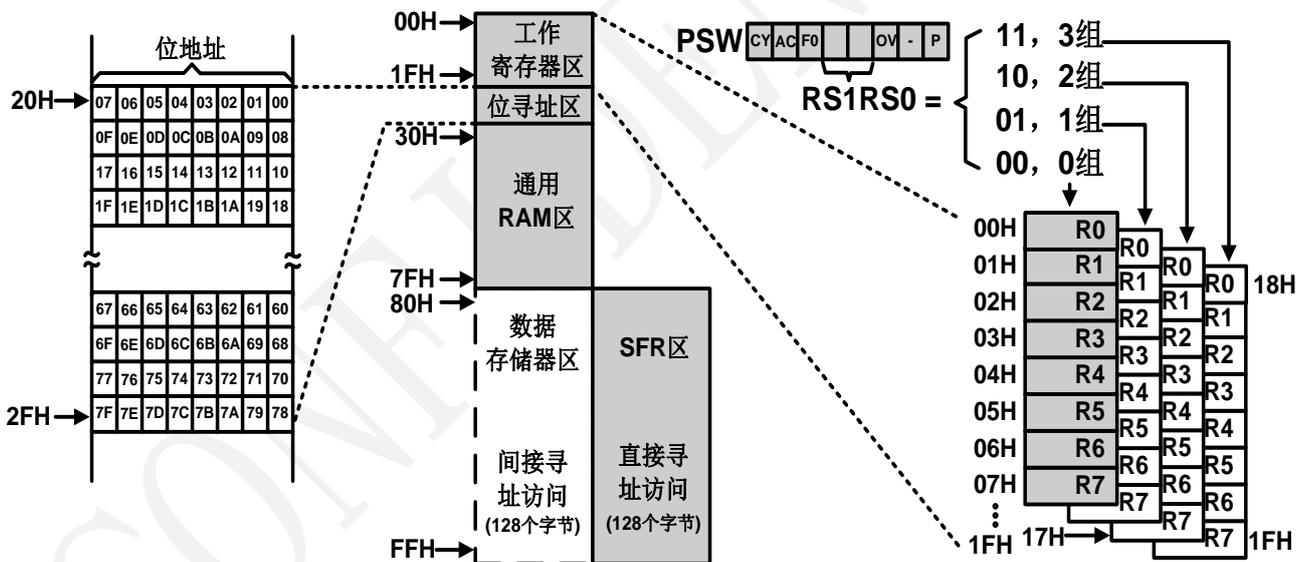


图3-2 TK18内部数据存储器 IRAM结构框图

3.3.2 外部数据存储器 XRAM

TK18 所提供的外部数据存储器 XRAM共有 1024 bytes 的空间 (地址范围为 8000H ~ 83FFH)，此区可让用户随时的存放暂时性的输入输出数据及运算的中间结果。

注意: 当TK18初上电复位进入『复位入口』时，此时外部数据存储器XRAM是关闭的，直到PCON2.4的XRAMEN位被设置为“1”后，XRAM才能被开启而正常的运行。

3.4 功能寄存器 REG

3.4.1 特殊功能寄存器 SFR

TK18 的特殊功能寄存器 SFR (地址范围为 80h – FFh) 除了兼容原有的标准 8051 之外,TK18 另外重新定义及增加了部份特殊功能寄存器,以用来控制芯片外围的功能模块(如定时/计数器、UART 串口及中断等),以下表 3-1 即为 TK18 的 SFR 寄存器表:

地址	符号	说明	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	初值
80h	P0IE	端口 0 中断使能	---	I2CRSI	I2CI	ADCI	LVDI	WDTI	GPWI	TKI	00h
81h	SP	堆栈指针	SP[7:0]								07h
82h	DPL	数据指针低字节	DPL[7:0]								00h
83h	DPH	数据指针高字节	DPH[7:0]								00h
86h	PCON2	处理器控制寄存器 2	---	---	---	XRAMEN	---	---	TIMCLK	---	20h
87h	PCON	处理器控制寄存器	---	---	---	---	---	---	PWD	---	00h
88h	TCON	定时/计数控制寄存器	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	00h
89h	TMOD	定时/计数模式寄存器	GATE1	CT1	TM1		GATE0	CT0	TM0		00h
8Ah	TL0	定时器 0 低字节	TL0[7:0]								00h
8Bh	TL1	定时器 1 低字节	TL1[7:0]								00h
8Ch	TH0	定时器 0 高字节	TH0[7:0]								00h
8Dh	TH1	定时器 1 高字节	TH1[7:0]								00h
8Eh	PCL	程序计数器低字节	PCL[7:0]								00h
8Fh	PCH	程序计数器高字节	PCH[7:0]								00h
98h	SCON	串口控制寄存器	SM1	SM0	-	REN	TB8	RB8	TI	RI	50h
99h	SBUF	串口数据缓冲区	SBUF[7:0]								00h
9Ah	SCON2	串口控制寄存器 2	SCON2[7:0]								00h
9Bh	SCON3	串口控制寄存器 3	SCON3[7:0]								89h
9Ch	SCON4	串口方式 0 波特率控制寄存器	SCON4[7:0]								00h
A0h	P2	端口 2 锁存寄存器	P2[7:0]								00h
A8h	IE	中断使能寄存器	EA	---	---	ES	ET1	EX1	ET0	EX0	00h
B8h	IP	中断使能寄存器	---	---	---	PS	PT1	PX1	PT0	PX0	00h
D0h	PSW	程序状态字	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	---	P	00h
D8h	P0IF	端口 0 中断标志	---	I2CRSIF	I2CIF	ADCIF	LVDIF	WDTIF	GPWIF	TKIF	00h
E0h	ACC	累加器	ACC[7:0]								00h
F0h	B	B 寄存器	B[7:0]								00h

表 3-1 TK18 SFR 寄存器表

注意: 表3-1中有橙色底的寄存器代表TK18重新定义后的寄存器,非标准8051 SFR 原有的。

3.4.2 外围模块功能寄存器

TK18 除了兼容原有标准 8051 之外围模块之外，还另外提供了功能强大的外围模块，而透过设置相关的寄存器就能运行模块的功能，以下表 3-2 为 TK18 外围模块功能寄存器说明表 (具体的寄存器设置方式请参考相关章节的描述)：

模块名	寄存器说明	地址范围	占用字节数
SYS/ADC	系统相关及ADC模块寄存器	F000H~F047H	72个
WDT	看门狗定时器模块寄存器	F100H~F102H	3个
PWM/GPIO	PWM及GPIO模块寄存器	F200H~F22EH	47个
LED	LED驱动模块寄存器	F300H~F30AH	11个
I ² C slave	I ² C从机模块寄存器	F780H~F78CH	13个
TK	触摸按键模块寄存器	FA00H~FA4FH	80个

表 3-2 TK18 外围模块功能寄存器说明表

注意：当TK18初上电复位进入『复位入口』时，此时TK18的『外部数据存储器XRAM』及『外围模块功能寄存器REG』是关闭的，直到SFR中PCON2.4 的 XRAMEN位被设置为“1”后，『外部数据存储器XRAM』及『外围模块功能寄存器REG』才能被开启而正常的运行，所以用户的程序要在进『复位入口』后就立马先将 XRAMEN位设置为“1”后，以下即为SFR中PCON2寄存器的XRAMEN位说明：

PCON2 (地址: 86H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	XRAMEN	---	---	TIMCLK	---
读/写	---	---	---	R/W	---	---	R/W	---
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-5 保留位

bit4 **XRAMEN:** 『外部数据存储器 XRAM』及『外围模块功能寄存器 REG』之使能位
当 TK18 初上电复位进入『复位入口』时，程序就要立马将 XRAMEN 位设置为“1”，这样 TK18 的 XRAM 及 REG 才能被开启而运行！

0: 关闭 TK18 的 XRAM 及 REG (默认值)

1: 启用 TK18 的 XRAM 及 REG

bit3-2 保留位

bit0 保留位

说明：在访问不同的程序或是数据存储器的空间时，所采用的指令是不同的，说明如下：

- 访问ROM时：采用 MOV_C 指令
- 访问IRAM及SFR时：采用 MOV 指令
- 访问XRAM及TK18 REG时：采用 MOV_X 指令

4 振荡器

4.1 概述

TK18 提供两个内置晶振作为内核运行的时钟源，这两个振荡器分别为『高速(HIRC)』及『低速(LIRC)』的RC振荡器。每当 TK18 上电复位后，芯片开始运行的同时，HIRC 及 LIRC也会一起运行，此时，TK18就进入正常的系统工作模式了。以下为相关RC振荡器的介绍：

4.2 内部高速 RC 振荡器 HIRC

TK18 内置的高速RC振荡器 HIRC的频率固定为 28MHz,此高速频率 F_{HOSC} 主要用来提供『闪存控制器』及『系统频率 F_{SYS} 』运行所需要的时钟源，以下即为 HIRC 的用途说明及结构框图：

- 闪存控制器: TK18的闪存内置高效率的控制器， F_{HOSC} 直接提供所需要的高速时钟源。
- 系统频率 F_{SYS} : TK18 的内核主要是靠『系统频率 F_{SYS} 』来运行的，而 F_{HOSC} 经过『二阶除频器』来产生 $F_{HOSC}/4$ 及 $F_{HOSC}/2$ 两种时钟源后，再透过SYSCLK寄存器的选择以决定最终的系统频率 F_{SYS} 。

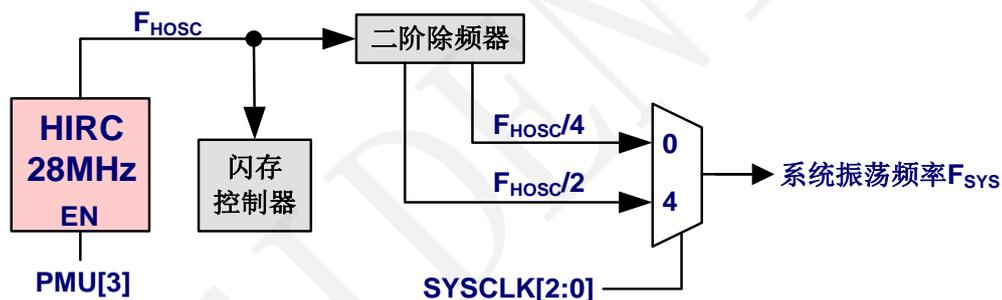


图4-1 内部高速RC振荡器HIRC结构框图

4.3 内部低速 RC 振荡器 LIRC

TK18 内置的低速RC振荡器 LIRC的频率固定为 32KHz,此低速频率 F_{LOSC} 主要用来提供『看门狗定时器频率 F_{WDT} 』运行所需要的时钟源，以下即为LIRC结构框图：

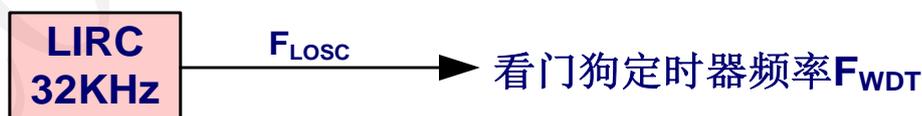


图4-2 内部低速RC振荡器LIRC结构框图

4.4 正常系统工作模式

4.4.1 系统振荡频率 F_{SYS}

TK18 的系统频率 F_{SYS} 源是靠 F_{HOSC} 经过『二阶除频器』来产生 $F_{HOSC}/4$ 及 $F_{HOSC}/2$ 两种频率源后，最后，再透过 $SYSCLK$ 寄存器的选择来决定的，以下即为 $SYSCLK$ 寄存器的解释说明：

$SYSCLK$ (地址: F009H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	SCLK2	SCLK1	SCLK0
读/写	---	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 3 保留位

bit2 – 0 **SCLK2~SCLK0**: 系统时钟 F_{SYS} 选择 (初值 $F_{SYS} = 7\text{MHz}$)

000: $F_{HOSC}/4$ (即 $F_{SYS} = 28\text{MHz}/4 = 7\text{MHz}$)

100: $F_{HOSC}/2$ (即 $F_{SYS} = 28\text{MHz}/2 = 14\text{MHz}$)

其他: 保留位

4.4.2 指令周期及时间

TK18 芯片完全兼容 8051 的指令，而指令运行的时钟源来自于 F_{SYS} ，而指令周期则为 $2T$ (即 $2/F_{SYS}$)，以下举例说明 TK18 单指令周期所需要的指令时间：

- 假设 $F_{SYS} = 14\text{MHz}$
- 则单指令周期的时间 = $1/[(14\text{MHz}/2)] = 0.14285\mu\text{S}$

4.5 系统睡眠模式

为了降低 TK18 运行的功耗，可透过 PMU 寄存器将 TK18 的系统运行在『睡眠模式』以达到低功耗的要求，TK18 在『睡眠模式』中，只有 $HIRC$ 、 $LIRC$ 、 WDT 模块、 GPW 模块是可以运行，其他如外围模块功能及程序计数器 PC 是停止运行的，以下为 PMU 寄存器的解释说明：

PMU (地址: F000H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SLPRST	---	---	---	SLPHF	ENTSLP	WAKWDT	WAKGPW
读/写	R/W	---	---	---	R/W	-/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	1

- bit7 SLPRST:** 睡眠状态被唤醒时芯片同时复位之使能位
 0: 当睡眠状态被唤醒时, PC 会由执行 **ENTSLP** 指令的下一个指令地址开始运行
 1: 当睡眠状态被唤醒时, 芯片会立马复位, PC 会由复位入口地址 0000H 开始运行
- bit6 – 4** 保留位
- bit3 SLPHF:** 睡眠模式中的 HIRC 运行控制位
 0: HIRC 在睡眠模式中停止运行
 1: HIRC 在睡眠模式中持续运行
- bit2 ENTSLP:** 进入睡眠模式之控制位
 此位写“1”则进入睡眠模式
- bit1 WAKWDT:** 由看门狗定时器的溢出来唤醒睡眠状态之控制位
 0: 除能
 1: 使能
- Bit0 WAKPGW:** 由外部唤醒中断 GPW 口来唤醒睡眠状态之控制位
 0: 除能
 1: 使能

4.5.1 进入睡眠模式

将PMU.2 的ENTSLP位写入“1”后, TK18 则进入睡眠模式, 但由于系统在工作模式下HIRC 是运行的, 故如果要在进入睡眠模式时系统达到低功耗, 则要在系统进入睡眠模式前将 PMU.3 的 SLPHF位写入“0”, 以停止HIRC来达到低功耗的要求。

4.5.2 由 WDT 的溢出来唤醒睡眠状态

如果要由看门狗定时器的溢出来唤醒睡眠状态时, 则要在系统进入睡眠模式之前将PMU.1 的 WAKWDT 位写入“1”, 否则, 请将 WAKWDT 位写入“0”。

4.5.3 由外部唤醒中断 GPW 口来唤醒睡眠状态

如果要由外部唤醒中断GPW口来唤醒睡眠状态时, 则要在系统进入睡眠模式之前将PMU.0 的 WAKGPW 位写入“1”, 否则, 请将 WAKGPW 位写入“0”。

注意: 不论睡眠状态是被 WDT 亦或是外部唤醒中断 GPW 所唤醒, 用户要确实设置好 PMU.7 的SLPRST位, 让 PC 依需要的唤醒地址继续运行。

5 复位 RESET

5.1 概述

TK18 内置复位 RESET 模块，而复位条件的成立与否是完全由内置的模块来判断，所以并不需要由外部引脚来引入信号 (故 TK18 是无 RESET 引脚的)，而当以下两个条件任一个条件成立时，TK18 就会复位，当复位完成后，其内部各寄存器就会恢复到初始状态。

- 上电复位 POR
 - ◆ 复位后→ IRAM、XRAM 的值不固定；寄存器恢复初值；闪存内容不变。

- 看门狗定时器 WDT 溢出复位
 - ◆ 复位后→ IRAM、XRAM、寄存器、闪存内容都不变。

注意：当上电复位完成后，数据存储器 RAM 的值会不固定，用户需自行在程序中做初始化。

6 中断 INTERRUPT

6.1 概述

TK18 总共提供了 12 个中断源（参考表 6-1），其中除了兼容标准 8051 核原有的 5 个中断源之外，TK18 还增加了 7 个外围模块专用的中断源，而这 7 个中断源都有自己的允许控制位及标志位，但除了 8051 核的 5 个中断可设置优先级的中断之外，其他 7 个并不支持；另外，TK18 只有一级中断无中断嵌套的功能，也就是当正在执行中的中断服务程序是不会被其他中断所打断，直到执行 RETI 指令为止，参考下图 6-1：

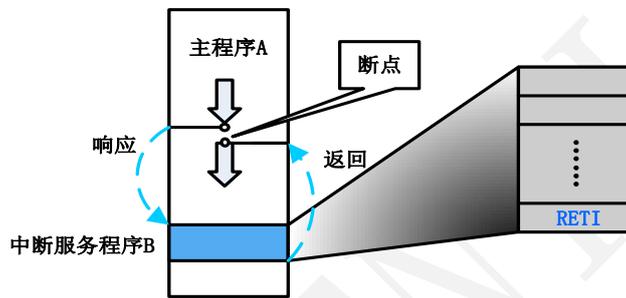


图 6-1 无中断嵌套功能之标准中断结构框图

中断源	入口地址	硬件模块 中断控制	硬件模块 中断标志	中断 控制	中断 标志	中断描述	优先级
INT0	0003H			EX0	IE0	外部中断 0	最高 ↓ 最低
T0	000BH			ET0	TF0	定时器 0 中断	
INT1	0013H			EX1	IE1	外部中断 1	
T1	001BH			ET1	TF1	定时器 1 中断	
TXD/RXD	0023H			ES	RI / TI	UART 串行口中断	
TK	0043H	TKMI	TKMIF	TKI	TKIF	触摸按键中断	
GPW0	004BH	GPW0MI	GPW0MIF	GPWI	GPWIF	GPW0 外部唤醒中断	
GPW1		GPW1MI	GPW1MIF			GPW1 外部唤醒中断	
GPW2		GPW2MI	GPW2MIF			GPW2 外部唤醒中断	
GPW3		GPW3MI	GPW3MIF			GPW3 外部唤醒中断	
WDT	0053H	WDTHI	WDTHI	WDTI	WDTIF	看门狗定时器中断	
LVD	005BH	LVDMI	LVDMIF	LVDI	LVDIF	低电压检测中断	
ADC	0063H	ADCMI	ADCMIF	ADCI	ADCIF	ADC 转换中断	
I2C	006BH	I2C_INT	I2C_PF	I2CI	I2CIF	I2C 从机中断	
I2C Restart	0073H	REG	REG	I2CRSI	I2CRSIF	I2C 从机重启中断	

表 6-1 TK18 中断源表

6.2 结构框图

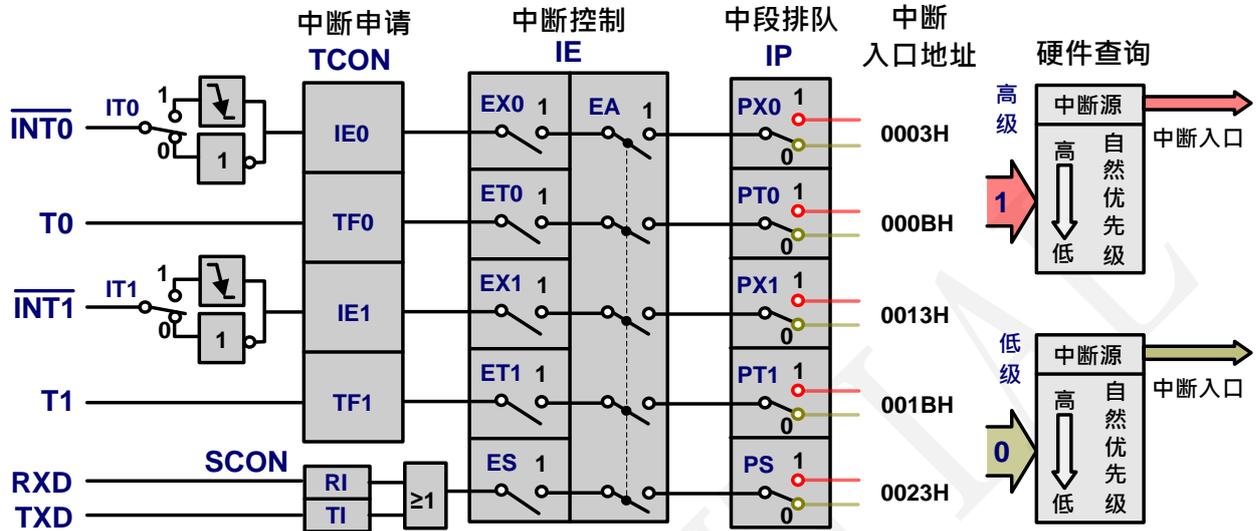


图6-2 TK18 CPU之标准 8051核的中断结构框图

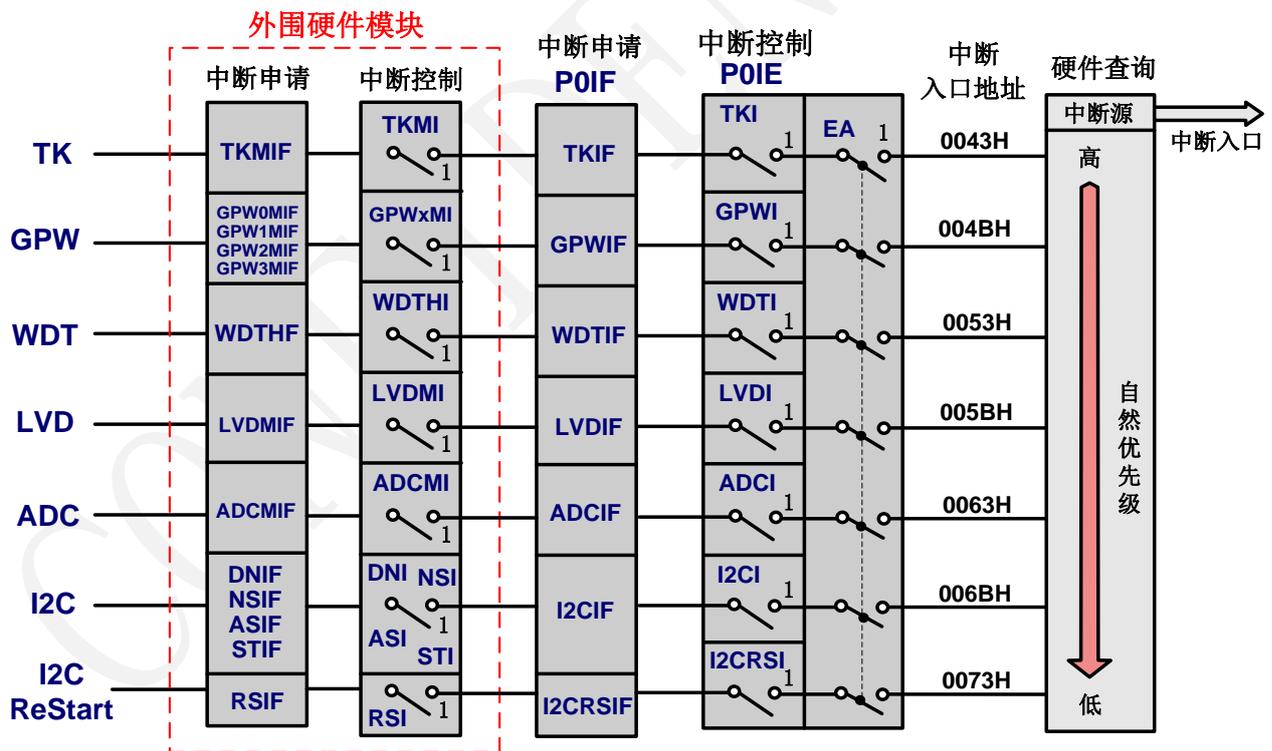


图6-3 TK18 CPU之外围模块的中断结构框图

注意： TK18 的 7 个外围模块个自有个自的中断控制位及模块触发标志位，故要让中断源顺利的响应中断，则模块的中断控制位一定要先设置为“1”。

6.3 相关控制寄存器

6.3.1 中断允许控制寄存器

IE (地址: A8H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	EA	---	---	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
读/写	R/W	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **EA**: 总中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit6 – 5 保留位
- bit4 **ES**: UART 串口中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit3 **ET1**: 定时器 1(T1)中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit2 **EX1**: 外部中断 1(INT1)中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit1 **ET0**: 定时器 0(T0)中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit0 **EX0**: 外部中断 0(INT0)中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放

IP (地址: B8H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 5 保留位
- bit4 **PS**: UART 串口中断优先级控制位
- bit3 **PT1**: 定时器 1(T1)中断优先级控制位
- bit2 **PX1**: 外部中断 1(INT1)中断优先级控制位
- bit1 **PT0**: 定时器 0(T0)中断优先级控制位
- bit0 **PX0**: 外部中断 0(INT0)中断优先级控制位

- 以上该位的设置如果 为 0: 代表”禁止优先级”, 为 1: 代表”开放优先级”
- 同一优先级的自然顺序为 INT0→T0→INT1→T1→串口

POIE (地址: 80H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	I2CRSI	I2CI	ADCI	LVDI	WDTI	GPWI	TKI
读/写	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 保留位
- bit6 **I2CRSI:** I²C slave 模块重启总中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit5 **I2C:** I²C slave 模块总中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit4 **ADCI:** 模数转换 ADC0-5 中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit3 **LVDI:** 低电压检测 LVD 中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit2 **WDTI:** 看门狗定时器 WDT 中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit1 **GPWI:** 外部唤醒 GPW0-3 中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit0 **TKI:** 触摸按键 TK0-28 扫描中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放

INTEN (地址: FA22H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	TKMI
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit0 **TKMI:** TK端口扫描完成模块之中断允许控制位
要让 TK 端口在扫描完成时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 TKI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的
0: 禁止
1: 开放

GPWUA0 (地址: F230H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	GPW1IP1	GPW1IP0	GPW1TP	GPW1MI	GPW0IP1	GPW0IP0	GPW0TP	GPW0MI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit4 **GPW1MI:** GPW1 硬件模块中断允许控制位

要让 GPW1 端口在满足触发条件时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 GPWI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

bit0 **GPW0MI:** GPW0 硬件模块中断允许控制位

要让 GPW0 端口在满足触发条件时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 GPWI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

GPWUA1 (地址: F231H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	GPW3IP1	GPW3IP0	GPW3TP	GPW3MI	GPW2IP1	GPW2IP0	GPW2TP	GPW2MI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit4 **GPW3MI:** GPW3 硬件模块中断允许控制位

要让 GPW3 端口在满足触发条件时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 GPWI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

bit0 **GPW2MI:** GPW2 硬件模块中断允许控制位

要让 GPW2 端口在满足触发条件时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 GPWI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

WDTCFG (地址: F100H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	WDTEN	---	WDTHI	WDTCL
读/写	---	---	---	---	R/W	---	R/W	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit1 **WDTHI**: WDT 模块半溢出中断允许控制位

当此位被设置为 1 后, WDT 计时到一半时间时, WDTPF.1 的半溢出标志位 WDTHF 会被置为 1, 但要让 WDT 在半溢出时发出中断请求并能顺利的响应中断, 除了要预先将 WDTI 位设置为 "1" 之外, 同时也要将此硬件模块中断允许位设置为 "1", 否则中断是无法响应的

- 0: 禁止
- 1: 开放

LVDCTL (地址: F007H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	LV DEN	---	---	---	LVD MI
读/写	---	---	---	R/W	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **LVD MI**: LVD 硬件模块中断允许控制位

要让 LVD 在检测到低电压时发出中断请求并能顺利响应中断, 除了要预先将 LVDI 位设置为 "1" 之外, 同时也要将此硬件模块中断允许位设置为 "1", 否则中断是无法响应的

- 0: 禁止
- 1: 开放

ADC_CTL1 (地址: F035H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	ADWC3	ADWC2	ADWC1	ADWC0	---	ADCOFF	ADCINI	ADCMI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **ADCMI**: ADC 硬件模块中断允许控制位

要让 ADC 在转换动作完成时发出中断请求并能顺利响应中断, 除了要预先将 ADCI 位设置为 "1" 之外, 同时也要将此硬件模块中断允许位设置为 "1", 否则中断是无法响应的

- 0: 禁止
- 1: 开放

I2C_INT (地址: F782H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	RSI	STI	ASI	NSI	DNI
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 5 保留位
- bit4 **RSI: I²C** 重启动作中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit3 **STI: I²C** 启动中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit2 **ASI: I²C** 异常中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit1 **NSI: I²C** 正常停止中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放
- bit0 **DNI: I²C** 数据完成中断允许控制位
0: 禁止
1: 开放

注意: 要让 I2C 总线在通信过程中发出中断请求并能响应中断让程序能顺利的收送数据, 除了要预先将 P0IE.5 的 I2CI 及 P0IE.6 的 I2CRSI 位设置为“1”之外, 同时也要将以上相对应的模块动作中断允许位设置为“1”, 否则中断是无法响应的。

6.3.2 中断请求标志寄存器

TCON (地址: 88H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/-	R/W	R/-	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **TF1:** 定时器 1(T1) 溢出中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
0: 未请求
1: 请求
- Bit5 **TF0:** 定时器 0(T0) 溢出中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
0: 未请求
1: 请求
- bit3 **IE1:** 外部中断 1(INT1) 触发中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
0: 未请求
1: 请求
- bit2 **IT1:** 外部中断 1(INT1) 触发方式控制位
0: 低电平触发
1: 负跳变(高电平 → 低电平)触发

- bit1 **IE0**: 外部中断 0(INT0) 触发中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 未请求
 1: 请求
- bit0 **IT0**: 外部中断 0(INT0) 触发方式控制位
 0: 低电平触发
 1: 负跳变(高电平 → 低电平)触发

SCON (地址: 98H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SM1	SM1	---	REN	TB8	RB8	TI	RI
读/写	R/W	R/W	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit5 保留位
- bit1 **TI**: 串口发送 TXD 中断请求标志位
 响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
 0: 未请求
 1: 请求
- bit0 **RI**: 串口接收 RXD 中断请求标志位
 响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
 0: 未请求
 1: 请求

P0IF (地址: D8H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	I2CRSIF	I2CIF	ADCIF	LVDIF	WDTIF	GPWIF	TKIF
读/写	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 保留位
- bit6 **I2CRSIF**: I²C slave 模块重启总中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 未请求
 1: 请求
- bit5 **I2CIF**: I²C slave 模块总中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 未请求
 1: 请求
- bit4 **ADCIF**: 模数转换 ADC0-5 中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 禁止
 1: 开放
- bit3 **LVDIF**: 低电压检测 LVD 中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 未请求
 1: 请求
- bit2 **WDTIF**: 看门狗定时器 WDT 中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
 0: 未请求
 1: 请求

bit1 **GPWIF**: 外部唤醒 GPW0-3 中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除

0: 未请求

1: 请求

bit0 **TKIF**: 触摸按键 TK0-28 扫描中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除

0: 未请求

1: 请求

PENDFLAG (地址: FA23H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	TKMIF
读/写	---	---	---	---	---	---	---	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **TKMIF**: TK端口扫描完成模块之中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 未请求

1: 请求

GPWUPF (地址: F232H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	GPW3MIF	GPW2MIF	GPW1MIF	GPW0MIF
读/写	---	---	---	---	-/W	-/W	-/W	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 - 4 保留位

bit3 **GPW3MIF**: GPW3硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 未请求

1: 请求

bit2 **GPW2MIF**: GPW2硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 未请求

1: 请求

bit1 **GPW1MIF**: GPW1硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 未请求

1: 请求

bit0 **GPW0MIF**: GPW0硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 未请求

1: 请求

WDTPF (地址: F101H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	WDTHF	WDT0F
读/写	---	---	---	---	---	---	-/W	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit1 **WDTHF**: WDT 模块半溢出中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 未溢出

1: 溢出

LVDSTA (地址: F008H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	LVDSTS	---	---	---	LVDMIF
读/写	---	---	---	R/W	---	---	---	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **LVDMIF**: LVD 硬件模块中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 未触发 (代表 $VCC > LVD$ 门坎值, 低电压未发生 !)

1: 触发 (代表 $VCC < LVD$ 门坎值, 低电压已发生 !)

ADC_PF (地址: F037H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	ADCMIF
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 1 保留位

bit0 **ADCMIF**: ADC 硬件模块中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 未触发

1: 触发

I2C_PF (地址: F783H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	RSIF	STIF	ASIF	NSIF	DNIF
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 **RSIF**: I²C 重启动作中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 禁止

1: 开放

bit3 **STIF**: I²C 启动中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 禁止

1: 开放

- bit2 **ASIF:** I²C 异常中断标志位，此位写“1”可清除该标志位
 0: 禁止
 1: 开放
- bit1 **NSIF:** I²C 正常停止中断标志位，此位写“1”可清除该标志位
 0: 禁止
 1: 开放
- bit0 **DNIF:** I²C 数据完成中断标志位，此位写“1”可清除该标志位
 0: 禁止
 1: 开放

注意: TK18 外围模块的标志位在响应中断后并不会自动清除，要将此位写“1”才可清除。

CONFIDENTIAL

7 低电压检测器 LVD

7.1 概述

TK18 内置的『低电压检测器 LVD』模块的低电平检测范围为 2.5V 到 3.2V，且此段的电平检测范围可以透过编程来写入 LVDATRM 寄存器以达到检测目标电平；只要当前 VCC 电压低于目标电平时，就能被 LVD 所检测出来而触发标志位及中断。

7.2 相关控制寄存器

LVDATRM (地址: F006H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	LVDV4	LVDV3	LVDV2	LVDV1	LVDV0
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	1	1	1	1

bit7 – 5 保留位

bit4 – 0 **LVDV4~LVDV0**: 低电压门坎值 (范围为 2.455V – 3.182V，每一阶为 45.5mV)

01111: 2.455V (初始值)

10000: 2.500V

⋮
⋮
⋮

11111: 3.182V

LVDCTL (地址: F007H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	LV DEN	---	---	---	LVDMI
读/写	---	---	---	R/W	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 **LV DEN**: LVD 使能位

0: 除能

1: 使能

bit3 – 1 保留位

bit0 **LVDMI**: LVD 硬件模块中断允许控制位

要让 LVD 在检测到低电压时发出中断请求并能顺利响应中断，除了要预先将 LV DI 位设置为“1”之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

LVDSTA (地址: F008H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	LVDSTS	---	---	---	LVDMIF
读/写	---	---	---	R/-	---	---	---	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 **LVDSTS**: LVD 状态标志

0: VCC 电压值 < LVDATRM 的门坎值

1: VCC 电压值 > LVDATRM 的门坎值

bit3 – 1 保留位

bit0 **LVDMIF**: LVD 硬件模块中断标志位, 此位写“1”可清除该标志位

0: 未触发 (代表 $VCC > LVD$ 门坎值, 低电压未发生 !)

1: 触发 (代表 $VCC < LVD$ 门坎值, 低电压已发生 !)

7.3 使用方法及注意事项

LVD虽然能检测当前的 VCC电压, 但对于因高频信号干扰而导致 VCC电压波动太频繁的应用下仍要靠 LVD来检测 VCC电压时, 建议在程序上要做去抖处理, 否则, 太频繁的 LVD触发或中断可能会影响系统正常运行, 以下实例说明使用方法:

- 举例: 如要检测当 VCC电压低于 3V时, 就触发 LVD中断, 步骤如下:
 - ◆ 设置 LVDATRM= 1CH (即 LVD门坎值为 3.0V)
 - ◆ 设置 LVDCTL= 11H (使能LVD功能及其中断)
 - ◆ 经过以上的设置后, 当 $VCC < LVD$ 门坎值时, 就会发生LVD中断

8 看门狗定时器 WDT

8.1 概述

TK18 内置一个16位的『看门狗定时器WDT』，其时钟源 F_{WDT} 来自于 LIRC 的 32KHz，WDT 内置的 16位计数器为上数计数器，其中低 8位计数值(CNT[7:0]) 由计数器自行计数，而高8位计数值可直接设置 WDTVAl 寄存器，待16位计数器的高8位计数缓冲区的值与WDTVAl寄存器的值一样时，则WDT就溢出，同时WDTOf 就会被置”1” 而芯片就会复位，反之，如果高 8位计数缓冲区的值与 WDTVAl寄存器的一半值一样时，则 WDTHF 就会被置”1” 此时就会产生 WDT中断

- 以下为WDT相关的功能：
 - ◆ 复位芯片
 - ◆ 唤醒睡眠状态
 - ◆ 做 8位的定时器
 - ◆ 预防程序进入异常的死循环

8.2 结构框图

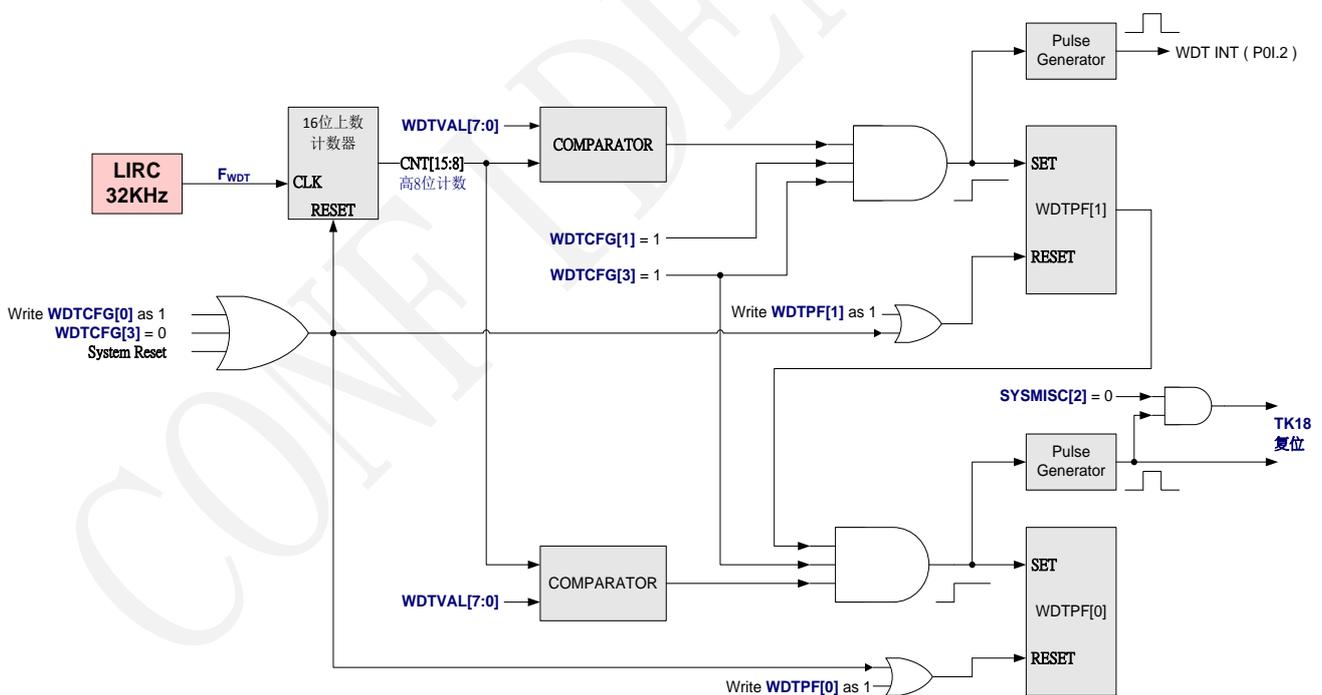


图8-1 WDT结构框图

8.3 相关控制寄存器

WDTCFG (地址: F100H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	WDTEN	---	WDTHI	WDTCL
读/写	---	---	---	---	R/W	---	R/W	-/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 **WDTEN**: WDT 使能位

0: 除能

1: 使能

bit2 保留位

bit1 **WDTHI**: WDT 模块半溢出中断允许控制位

当此位被设置为 1 后，WDT 计时到一半时间时，WDTPF.1 的半溢出标志位 WDTHF 会被置为 1，但要让 WDT 在半溢出时发出中断请求并能顺利的响应中断，除了要预先将 WDTI 位设置为 "1" 之外，同时也要将此硬件模块中断允许位设置为"1"，否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

bit0 **WDTCL**: WDT 重置之控制位

此位写"1" 则可以重置 WDT 并同时清 WDTHF 及 WDTOF 这两位都为"0"

WDTPF (地址: F101H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	WDTHF	WDTOF
读/写	---	---	---	---	---	---	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 2 保留位

bit1 **WDTHF**: WDT 模块半溢出中断标志位，此位写"1"可清除该标志位

0: 未溢出

1: 溢出

bit0 **WDTOF**: WDT 溢出标志位，此位写"1"可清除该标志位

当该位溢出时，TK18 就会立马复位，用户可在芯片的复位入口用程序来判断该标志位以分辨是正常上电复位还是 WDT 溢出复位，判断完成后记得要写"1"清除该标志位

0: 未溢出

1: 溢出

WDTVALL (地址: F102H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	WDTVALL							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 0 **WDTVALL**: WDT 溢出时间值 (8 位 WDT 定时计数器)

- 由 WDT 溢出时间来计算 WDTVALL 的赋予值，其计算方式如下：
 - ◆ 假设用户期望的 WDT 溢出时间为 1.25 秒，则计算公式
 - 溢出时间 = $(1/F_{WDT}) * 256 * WDTVALL$
 - 1.25 秒 = $(1/32768\text{Hz}) * 256 * WDTVALL$
 - 1.25 秒 = $7.8125\text{mS} * WDTVALL$
 - $WDTVALL = 1.25 \text{ 秒} / 7.8125\text{mS} = 160$
- 所以，**WDTVALL = WDT 溢出时间 / 7.8125mS**

8.4 使用方法及注意事项

当 TK18 上电复位后进入正常工作模式后，内部的 LIRC 32KHz 就会一直运行，直到 TK18 掉电才会停止运行，所以只要初始化『WDTCFG』、『WDTPF』及『WDTVALL』后就可以启用 WDT

以下实例说明使用方法：

- 举例一、WDT 每秒监控以防止程序进入异常的死循环，如发生异常就复位芯片，步骤如下：
 - ◆ 设置 $WDTVALL = 128$ (即 WDT 溢出时间 1 秒)
 - ◆ 设置 $WDTCFG = 09\text{H}$ (使能 WDT，并清除 WDT 计数器开始计时)
 - ◆ 经过以上的设置后 WDT 就会在 1 秒后发生溢出让芯片复位
 - ◆ 建议用户要固定在半溢出时间时，就将 $WDTCFG.0$ 的 $WDTCL$ 写“1”以清除计数
- 举例二、将 WDT 当成 8 位定时器使用，要求 WDT 每 500mS 时能产生中断，步骤如下：
 - ◆ 设置 $WDTVALL = 128$ (即 WDT 溢出时间 1 秒，故半溢出时间则为 500mS)
 - ◆ 设置 $WDTCFG = 0\text{BH}$ (使能 WDT 及模块中断，并清除 WDT 计数器开始计时)
 - ◆ 将 $POIE.2$ 中的 $WDTI$ 设置为“1” (允许 WDT 中断源响应中断)
 - ◆ 经过以上的设置后 WDT 就会每 500mS 定时的产生中断了

注意: LIRC 的时钟源约有 $\pm 20\%$ 的误差，故在设置 WDT 时间时要特别注意考虑误差。

9 定时/计数器 TIMER0 及 TIMER1

9.1 概述

TK18 提供两个 16 位的计时计数器，分别是 Timer 0 及 Timer 1(简称 T0 及 T1)，这两个计时计数器可做为内部定时器或外部计数器。若当成内部定时器时，则是计数内部的脉波，若采 16 位的计时模式，则最多可计数 2^{16} 个脉波(65536)。若当成外部计数器时，则是计数由 T0 或 T1 接脚送入的脉波。同样地，若采 16 位的计时模式，则最多可计数 2^{16} 个脉波，也就是 65536 个计数量。

TK18的计时计数器T0及T1可规划成不同的工作模式，其差异如下表所示：

模式	位	计数范围	其他功能
Mode 0	13	0~8191	
Mode 1	16	0~65535	
Mode2	8	0~255	具有自动加载功能
Mode3	8	0~255	

9.2 结构框图

9.2.1 T0 与 T1 Mode 0 使用说明

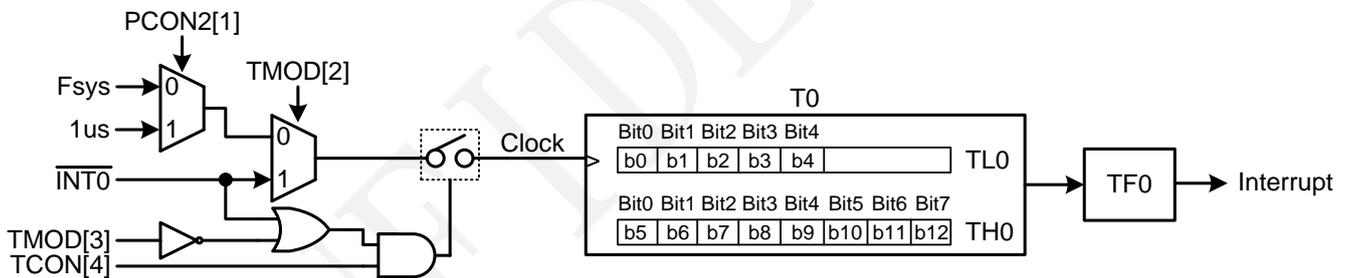


图9-1 TK18 T0與T1 Mode 0方塊圖 (以T0為例)

如上图所示，Mode 0 (TMOD[1:0]=00) 为13位的计时计数器，其计数值分别放置在TH0/1与TL0/1两个8位的计数缓存器裡，其中TH0/1放置8位、TL0/1放置5位。若要执行计时功能，则将TMOD[2]位设定为0，可以选择计数器频率是来自Fsys或1微秒。若要执行计数功能，则将TMOD[2]位设定为1，计数来源会从 $\overline{\text{INT0/1}}$ 接脚输入的脉波。

要让计时计数器工作的方法有两个，第一种是由 $\overline{\text{INT0/1}}$ 提供频率当T0或T1之频率来源，亦即将TMOD[3]设定为1、再将TCON[4]位设定为1，然后等待 $\overline{\text{INT0/1}}$ 接脚的信号，当 $\overline{\text{INT0/1}}$ 接脚在下降缘时，计数器会自动加1，从0计数到默认值并将TF0设为1产生中断讯号、再从0计数到默认值并将TF0设为1产生中断讯号、一直重复此动作。第二种是由Fsys或1us (透过设定PCON2[1]来决定) 当T0或T1之频率来源，亦即将TMOD[3:2]设定为00、TCON[4]设定为1，此时定时器就会从0开始计时到默认值并将TF0设为1产生中断讯号、再从0计数到默认值并将TF0设为1产生中断讯号、一直重复此动作。

9.2.2 T0 与 T1 Mode 1 使用说明

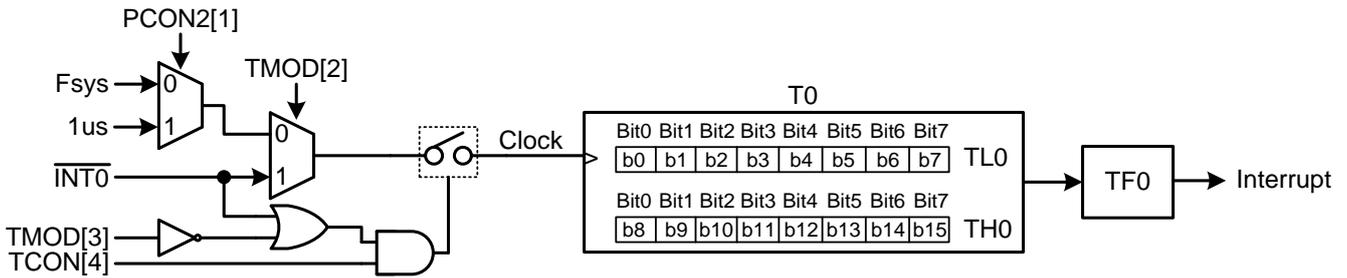


图9-2 TK18 T0與T1 Mode 1方塊圖 (以T0為例)

如上图所示，Mode 1 (TMOD[1:0]=01) 为16位的计时计数器，其设定方式与Mode 0相同，因此相关设定方式请参考9.2.1章节。

9.2.3 T0 与 T1 Mode 2 使用说明

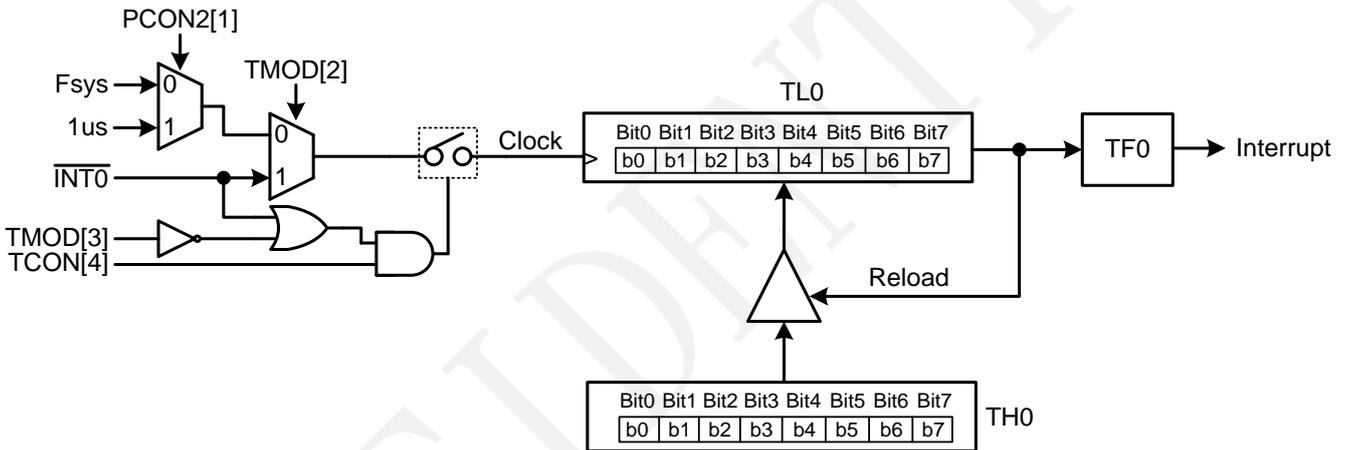


图 9-3 TK18 T0 與 T1 Mode 2 方塊圖 (以 T0 為例)

如图 9-3 所示，Mode 2 工作模式是提供两个 8 位可自动加载的计数器(T0 及 T1)，其计数值是放在 TL0 缓存器裡，当 TL0 计数到默认值时 (例如 TL0=200)，计数器产生中断，并自动将 TH0 缓存器裡的计数值，加载到 TL0 裡，重新从 0 再上数到默认值。由于 TL0 与 TH0 只有 8 位，因此其计数范围最大为 0~255 共 256 个脉波。

T0 与 T1 Mode 2 的计时/计数功能切换方式，与 Mode 0 完全一样；而启动计时计数器的方式，也与 Mode 0 完全一样，因此相关设定方式请参考 9.2.1 章节。唯独 TMOD[1:0]必须设为 11 才能工作在 Mode 2。

9.3 相关控制寄存器

TMOD (地址: 89H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	GATE1	CT1	M1	M0	GATE0	CT0	M1	M0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **GATE1**: 定时器 1(T1) 门控位
 0: 定时/计数器 1 运行由 TR1 位控制, 不受外部引脚 INT1 输入电平控制
 1: 定时/计数器 1 运行由 TR1 位及外部引脚 INT1 输入电平控制
- bit6 **CT1**: 定时/计数器 1 (T1) 运行模式选择位
 0: 设置为定时器
 1: 设置为计数器
- bit5-4 **M1~M0**: 定时器 1(T1)工作模式选择位
 00:定时器 1 为 13 位定时器(TH1 全 8 位及 TL1 低 5 位构成)
 01:定时器 1 为 16 位定时器(TH1 全 8 位及 TL1 全 8 位构成)
 10:定时器 1 为 8 位自动重载定时器(当 TL1 溢出时, 由 TH1 重载)
 11:定时器 1 停止(同 TR1 位=0)
- bit3 **GATE0**: 定时器 0(T0) 门控位
 0: 定时/计数器 0 运行由 TR0 位控制, 不受外部引脚 INTO 输入电平控制
 1: 定时/计数器 0 运行由 TR0 位及外部引脚 INTO 输入电平控制
- bit2 **CT0**: 定时/计数器 0 (T0) 运行模式选择位
 0: 设置为定时器
 1: 设置为计数器
- bit1-0 **M1~M0**: 定时器 0(T0)工作模式选择位
 00:定时器 0 为 13 位定时器(TH0 全 8 位及 TL0 低 5 位构成)
 01:定时器 0 为 16 位定时器(TH0 全 8 位及 TL0 全 8 位构成)
 10:定时器 0 为 8 位自动重载定时器(当 TL0 溢出时, 由 TH0 重载)
 11:定时器 0 停止(同 TR0 位=0)

PCON2 (地址: 86H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	XRAMEN	---	---	TIMCLK	---
读/写	---	---	---	R/W	---	---	R/W	---
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7-5 保留位
- bit3-2 保留位
- bit1 **TIMCLK**: 定时/计数器 TIMER0/TIMER1 之时钟源 F_{TIMCLK} 选择位
 0: 将定时/计数器之时钟源(F_{TIMCLK}) 设定为系统时钟(F_{TSYSIMCLK})
 1: 将定时/计数器之时钟源(F_{TIMCLK}) 设定为 1μS
- bit0 保留位

说明: 1μS时钟源为TK18特有的设计, 此时间是固定的方便让用户使用。

TCON (地址: 88H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **TF1**: 定时器 1(T1) 溢出中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
0: 未请求
1: 请求
- bit6 **TR1**: 定时器 1(T1) 运行使能位
0: 关闭
1: 启用, T1 开始计数
- bit5 **TF0**: 定时器 0(T0)溢出中断请求标志位, 响应中断后此位会自动清除
0: 未请求
1: 请求
- bit4 **TR0**: 定时器 0(T0) 运行使能位
0: 关闭
1: 启用, T0 开始计数
- bit3 **IE1**: 外部中断 1(INT1) 触发中断请求标志位
响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
0: 未请求
1: 请求
- bit2 **IT1**: 外部中断 1(INT1) 触发方式控制位
0: 低电平触发
1: 负跳变(高电平 → 低电平)触发
- bit1 **IE0**: 外部中断 0(INT0) 触发中断请求标志位
响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
0: 未请求
1: 请求
- bit0 **IT0**: 外部中断 0(INT0) 触发方式控制位
0: 低电平触发
1: 负跳变(高电平 → 低电平)触发

TL0 (地址: 8AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TL0数据							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7-0 **TL0**: 定时器 0(T0) 低字节数据寄存器

TL1 (地址: 8BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TL1数据							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **TL1**: 定时器 0(T0) 高字节数据寄存器

TH0 (地址: 8CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TH0数据							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **TH0**: 定时器 1(T1) 低字节数据寄存器

TH1 (地址: 8DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TH1数据							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **TH1**: 定时器 1(T1) 高字节数据寄存器

注意:

1. 当Timer0产生中断后, 若此时进行Timer1 初始化程序, 就会出现程序跑飞的情况
2. 当Timer1产生中断后, 若此时进行Timer0 初始化程序, 就会出现程序跑飞的情况

10 输入/输出端口 GPIO

10.1 概述

TK18 最多可提供 36 个通用输入/输出 GPIO，每个端口有个别的输出/输入相关寄存器（如输出/输入数据寄存器、输出/输入端口使能控制、强驱动力控制），而某些特定端口还有上拉电阻使能控制，另外，所有的 GPIO 口都可以是 TXD / RXD / ICLK / IDAT / SCL / SDA 功能的映射端口，参考图 10-1。

10.2 结构框图

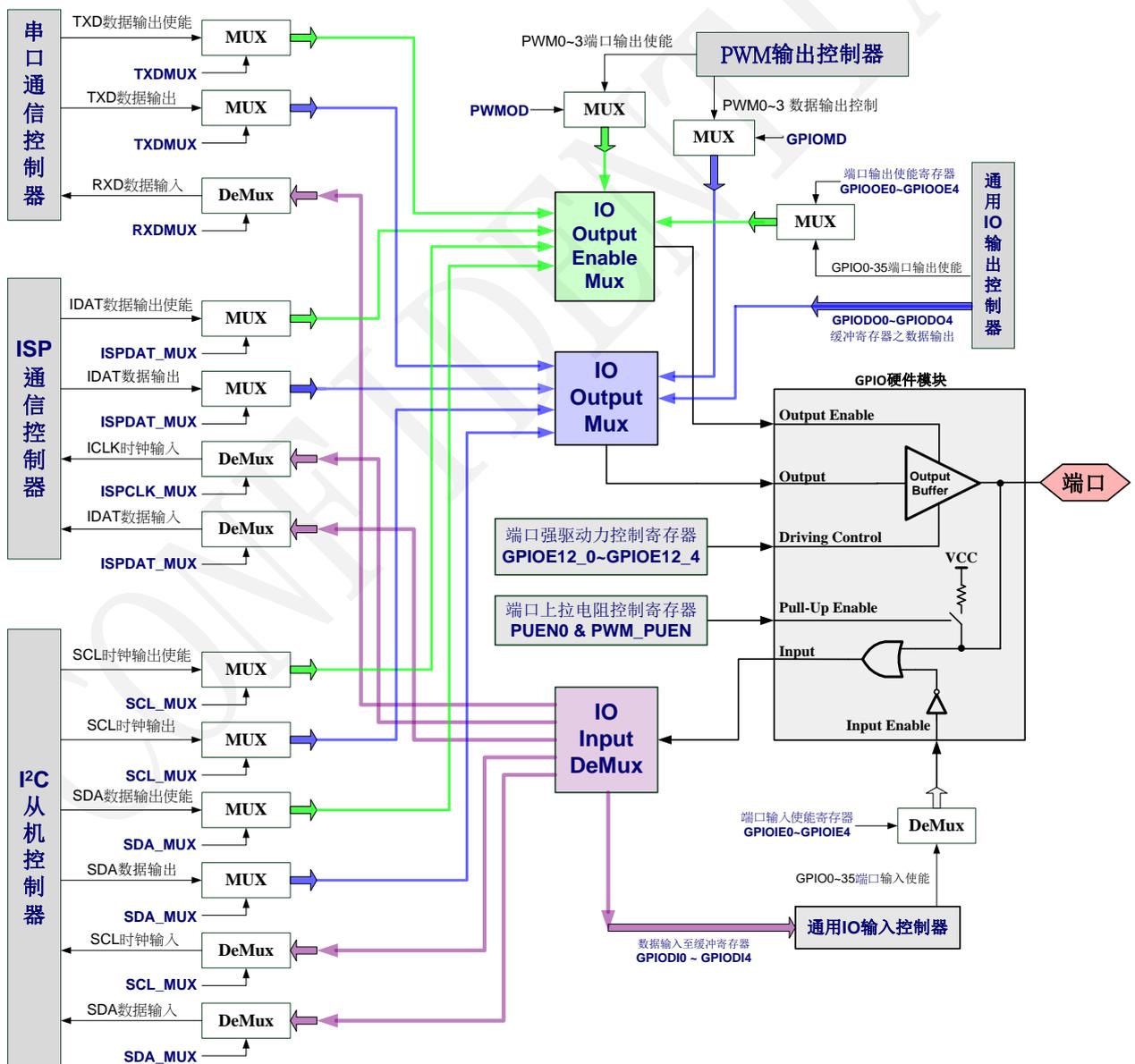


图10-1 TK18 GPIO模块结构框图

10.3 相关控制寄存器

GPIOMD (地址: F200H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	G27PWM3	G26PWM2	G25PWM1	G24PWM0
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 **G27PWM3**: GPIO27 / PWM3 端口使能位

0: 关闭 PWM3 端口, 启用 GPIO27 端口 (默认值)

1: 启用 PWM3 端口, 关闭 GPIO27 端口

bit2 **G26PWM2**: GPIO26 / PWM2 端口使能位

0: 关闭 PWM2 端口, 启用 GPIO26 端口 (默认值)

1: 启用 PWM2 端口, 关闭 GPIO26 端口

bit1 **G25PWM1**: GPIO25 / PWM1 端口使能位

0: 关闭 PWM1 端口, 启用 GPIO25 端口 (默认值)

1: 启用 PWM1 端口, 关闭 GPIO25 端口

bit0 **G24PWM0**: GPIO24 / PWM0 端口使能位

0: 关闭 PWM0 端口, 启用 GPIO24 端口 (默认值)

1: 启用 PWM0 端口, 关闭 GPIO24 端口

GPIOOE0 (地址: F202H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO7OE	IO6OE	IO5OE	IO4OE	IO3OE	IO2OE	IO1OE	IO0OE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO7OE~IO0OE**: GPIO7~GPIO0 口输出使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOOE1 (地址: F203H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO15OE	IO14OE	IO13OE	IO12OE	IO11OE	IO10OE	IO9OE	IO8OE
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO15OE~IO8OE**: GPIO15~GPIO8 口输出使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOOE2 (地址: F204H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO23OE	IO22OE	IO21OE	IO20OE	IO19OE	IO18OE	IO17OE	IO16OE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO23OE~IO16OE**: GPIO23~GPIO16 口输出使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOOE3 (地址: F205H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO31OE	IO30OE	IO29OE	IO28OE	IO27OE	IO26OE	IO25OE	IO24OE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO31OE~IO24OE**: GPIO31~GPIO24 口输出使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOOE4 (地址: F206H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	IO35OE	IO34OE	IO33OE	IO32OE
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO35OE~IO32OE**: GPIO35~GPIO32 口输出使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GIODO0 (地址: F207H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO7DO	IO6DO	IO5DO	IO4DO	IO3DO	IO2DO	IO1DO	IO0DO
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO7DO~IO0DO**: GPIO7~GPIO0 口数据输出寄存器

0: 端口输出低电平 (默认)

1: 端口输出高电平

GPIO01 (地址: F208H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO15DO	IO14DO	IO13DO	IO12DO	IO11DO	IO10DO	IO9DO	IO8DO
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO15DO~IO8DO**: GPIO15~GPIO8 口数据输出寄存器

0: 端口输出低电平 (默认)

1: 端口输出高电平

GPIO02 (地址: F209H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO23DO	IO22DO	IO21DO	IO20DO	IO19DO	IO18DO	IO17DO	IO16DO
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO23DO~IO16DO**: GPIO23~GPIO16 口数据输出寄存器

0: 端口输出低电平 (默认)

1: 端口输出高电平

GPIO03 (地址: F20AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO31DO	IO30DO	IO29DO	IO28DO	IO27DO	IO26DO	IO25DO	IO24DO
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO31DO~IO24DO**: GPIO31~GPIO24 口数据输出寄存器

0: 端口输出低电平 (默认)

1: 端口输出高电平

GPIO04 (地址: F20BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	IO35DO	IO34DO	IO33DO	IO32DO
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO35DO~IO32DO**: GPIO35~GPIO32 口数据输出寄存器

0: 端口输出低电平 (默认)

1: 端口输出高电平

GPIOIE0 (地址: F20CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO7IE	IO6IE	IO5IE	IO4IE	IO3IE	IO2IE	IO1IE	IO0IE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO7IE~IO0IE**: GPIO7~GPIO0 口输入使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOIE1 (地址: F20DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO15IE	IO14IE	IO13IE	IO12IE	IO11IE	IO10IE	IO9IE	IO8IE
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO15IE~IO8IE**: GPIO15~GPIO8 口输入使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOIE2 (地址: F20EH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO23IE	IO22IE	IO21IE	IO20IE	IO19IE	IO18IE	IO17IE	IO16IE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO23IE~IO16IE**: GPIO23~GPIO16 口输入使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOIE3 (地址: F20FH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO31IE	IO30IE	IO29IE	IO28IE	IO27IE	IO26IE	IO25IE	IO24IE
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO31IE~IO24IE**: GPIO31~GPIO24 口输入使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOIE4 (地址: F210H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	IO35IE	IO34IE	IO33IE	IO32IE
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO35IE~IO32IE**: GPIO35~GPIO32 口输入使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIODI0 (地址: F211H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO7DI	IO6DI	IO5DI	IO4DI	IO3DI	IO2DI	IO1DI	IO0DI
读/写	R/-							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO7DI~IO0DI**: GPIO7~GPIO0 口数据输入寄存器

0: 端口输入低电平 (默认)

1: 端口输入高电平

GPIODI1 (地址: F212H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO15DI	IO14DI	IO13DI	IO12DI	IO11DI	IO10DI	IO9DI	IO8DI
读/写	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO15DI~IO8DI**: GPIO15~GPIO8 口数据输入寄存器

0: 端口输入低电平 (默认)

1: 端口输入高电平

GPIODI2 (地址: F213H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO23DI	IO22DI	IO21DI	IO20DI	IO19DI	IO18DI	IO17DI	IO16DI
读/写	R/-							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO23DI~IO16DI**: GPIO23~GPIO16 口数据输入寄存器

0: 端口输入低电平 (默认)

1: 端口输入高电平

GPIODI3 (地址: F214H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO31DI	IO30DI	IO29DI	IO28DI	IO27DI	IO26DI	IO25DI	IO24DI
读/写	R/-							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO31DI~IO24DI**: GPIO31~GPIO24 口数据输入寄存器

0: 端口输入低电平 (默认)

1: 端口输入高电平

GPIODI4 (地址: F215H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	IO35DI	IO34DI	IO33DI	IO32DI
读/写	---	---	---	---	R/-	R/-	R/-	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO35DI~IO32DI**: GPIO35~GPIO32 口数据输入寄存器

0: 端口输入低电平 (默认)

1: 端口输入高电平

GPIOE12_0 (地址: F228H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO7HD	IO6HD	IO5HD	IO4HD	IO3HD	IO2HD	IO1HD	IO0HD
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO7HD~IO0HD**: 端口强驱动力使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOE12_1 (地址: F229H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO15HD	IO14HD	IO13HD	IO12HD	IO11HD	IO10HD	IO9HD	IO8HD
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO15HD~IO8HD**: 端口强驱动力使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOE12_2 (地址: F22AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO23HD	IO22HD	IO21HD	IO20HD	IO19HD	IO18HD	IO17HD	IO16HD
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO23HD~IO16HD**: 端口强驱动力使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOE12_3 (地址: F22BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IO31HD	IO30HD	IO29HD	IO28HD	IO27HD	IO26HD	IO25HD	IO24HD
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO31HD~IO24HD**: 端口强驱动力使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPIOE12_4 (地址: F22CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	IO35HD	IO34HD	IO33HD	IO32HD
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **IO35HD~IO32HD**: 端口强驱动力使能控制位

0: 关闭 (默认)

1: 启用

GPWUA0 (地址: F230H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	GPW1IP1	GPW1IP0	GPW1TP	GPW1MI	GPW0IP1	GPW0IP0	GPW0TP	GPW0MI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-6 **GPW1IP1~GPW1IP0**: GPW1 触发源类型选择位 (与 GPW1TP 位一起动作)

当 GPW1 为边沿触发类型时 (此时 GPW1TP 位为 0)

00: 上升沿触发(默认)

01: 下降沿触发

10: 双沿(上升/下降)触发

11: 保留

- 当 GPW1 为电平触发类型时 (此时 GPW1TP 位为 1)
- 00: 高电平触发(默认)
 - 01: 低电平触发
 - 10: 保留
 - 11: 保留
- bit5 **GPW1TP**: GPW1 触发类型选择位
- 0: 边沿触发(默认)
 - 1: 电平触发
- bit4 **GPW1MI**: GPW1 硬件模块中断允许控制位
- 0: 禁止
 - 1: 开放
- bit3-2 **GPW0IP1~GPW0IP0**: GPW0 触发源类型选择位 (与 GPW0TP 位一起动作)
- 当 GPW0 为边沿触发类型时 (此时 GPW0TP 位为 0)
- 00: 上升沿触发(默认)
 - 01: 下降沿触发
 - 10: 双沿(上升/下降)触发
 - 11: 保留
- 当 GPW0 为电平触发类型时 (此时 GPW0TP 位为 1)
- 00: 高电平触发(默认)
 - 01: 低电平触发
 - 10: 保留
 - 11: 保留
- bit1 **GPW0TP**: GPW0 触发类型选择位
- 0: 边沿触发(默认)
 - 1: 电平触发
- bit0 **GPW0MI**: GPW0 硬件模块中断允许控制位
- 0: 禁止
 - 1: 开放

GPWUA1 (地址: F231H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	GPW3IP1	GPW3IP0	GPW3TP	GPW3MI	GPW2IP1	GPW2IP0	GPW2TP	GPW2MI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7-6 **GPW3IP1~GPW3IP0**: GPW3 触发源类型选择位 (与 GPW3TP 位一起动作)
- 当 GPW3 为边沿触发类型时 (此时 GPW3TP 位为 0)
- 00: 上升沿触发(默认)
 - 01: 下降沿触发
 - 10: 双沿(上升/下降)触发
 - 11: 保留

- 当 GPW3 为电平触发类型时 (此时 GPW3TP 位为 1)
- 00: 高电平触发(默认)
 - 01: 低电平触发
 - 10: 保留
 - 11: 保留
- bit5 **GPW3TP**: GPW3 触发类型选择位
- 0: 边沿触发(默认)
 - 1: 电平触发
- bit4 **GPW3MI**: GPW3 硬件模块中断允许控制位
- 0: 禁止
 - 1: 开放
- bit3-2 **GPW2IP1~GPW2IP0**: GPW2 触发源类型选择位 (与 GPW2TP 位一起动作)
- 当 GPW2 为边沿触发类型时 (此时 GPW2TP 位为 0)
- 00: 上升沿触发(默认)
 - 01: 下降沿触发
 - 10: 双沿(上升/下降)触发
 - 11: 保留
- 当 GPW2 为电平触发类型时 (此时 GPW2TP 位为 1)
- 00: 高电平触发(默认)
 - 01: 低电平触发
 - 10: 保留
 - 11: 保留
- bit1 **GPW2TP**: GPW2 触发类型选择位
- 0: 边沿触发(默认)
 - 1: 电平触发
- bit0 **GPW2MI**: GPW2 硬件模块中断允许控制位
- 0: 禁止
 - 1: 开放

GPWUPF (地址: F232H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	GPW3MIF	GPW2MIF	GPW1MIF	GPW0MIF
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 - 4 保留位
- bit3 **GPW3MIF**: GPW3硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位
- 0: 未请求
 - 1: 请求
- bit2 **GPW2MIF**: GPW2硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位
- 0: 未请求
 - 1: 请求
- bit1 **GPW1MIF**: GPW1硬件模块中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位
- 0: 未请求
 - 1: 请求

bit0 **GPW0MIF**: GPW0硬件模块中断请求标志位，此位写“1”可清除该标志位
 0: 未请求
 1: 请求

PUEN0 (地址: F004H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	P33R4K7	P32R4K7	P35R4K7	P34R4K7	P33R40K	P32R40K	P35R40K	P34R40K
读/写	R/W							
复位值	1	1	1	1	0	0	0	0

bit7 **P33R4K7**: GPIO33 端口 4.7K 上拉电阻使能位
 0: 关闭
 1: 启用 (默认值)

bit6 **P32R4K7**: GPIO32 端口 4.7K 上拉电阻使能位
 0: 关闭
 1: 启用 (默认值)

bit5 **P35R4K7**: GPIO35 端口 4.7K 上拉电阻使能位
 0: 关闭
 1: 启用 (默认值)

bit4 **P34R4K7**: GPIO34 端口 4.7K 上拉电阻使能位
 0: 关闭
 1: 启用 (默认值)

bit3 **P33R40K**: GPIO33 端口 40K 上拉电阻使能位
 0: 关闭 (默认值)
 1: 启用

bit2 **P32R40K**: GPIO32 端口 40K 上拉电阻使能位
 0: 关闭 (默认值)
 1: 启用

bit1 **P35R40K**: GPIO35 端口 40K 上拉电阻使能位
 0: 关闭 (默认值)
 1: 启用

bit0 **P34R40K**: GPIO34 端口 40K 上拉电阻使能位
 0: 关闭 (默认值)
 1: 启用

PWM_PUEN (地址: F031H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	P27R4K7	P26R4K7	P25R4K7	P24R4K7	P27R40K	P26R40K	P25R40K	P24R40K
读/写	R/W							
复位值	0	0	1	1	0	0	0	0

- bit7 **P27R4K7**: GPIO27 (PWM3)端口 4.7K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用
- bit6 **P26R4K7**: GPIO26 (PWM2)端口 4.7K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用
- bit5 **P25R4K7**: GPIO25 (PWM1)端口 4.7K 上拉电阻使能位
0: 关闭
1: 启用 (默认值)
- bit4 **P24R4K7**: GPIO24 (PWM0)端口 4.7K 上拉电阻使能位
0: 关闭
1: 启用 (默认值)
- bit3 **P27R40K**: GPIO27 (PWM3)端口 40K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用
- bit2 **P26R40K**: GPIO26 (PWM2)端口 40K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用
- bit1 **P25R40K**: GPIO25 (PWM1)端口 40K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用
- bit0 **P24R40K**: GPIO24 (PWM0)端口 40K 上拉电阻使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用

CEXT_Ctrl (地址: FA2BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	DI	Reserved	HCO	IOEN	CXEN	DIEN	DOEN	DO
读/写	R/-	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 **DI:** 引脚输入之电平状态

0: 低电平

1: 高电平

bit6 **无效位**

bit5 **HCO:** 引脚大电流输出使能位

0: 关闭

1: 大电流输出

引脚之输出电流与设定如下

项目	I _{OH} (VCC = 5V, V _{OH} = 4.5V)	I _{OL} (VCC = 5V, V _{OL} = 0.4V)
HCO = 0	-5mA (Typ)	8mA (Typ)
HCO = 1	-19mA (Typ)	25mA (Typ)

bit4 **IOEN:** GPIO 或 CEXT 选择

0: 状态未知

1: I/O 模式

bit3 **CXEN:** GPIO 或 CEXT 选择

0: I/O 模式

1: 当 CEXT 使用

引脚之组合状况如下

位 4:3	CEXT 引脚状态
00	状态未知
01	当 CEXT 使用
10	当 I/O 模式
11	状态未知

bit2 **DIEN:** 引脚之输入使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit1 **DOEN:** 引脚之输出使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit0 **DO:** 引脚之输出状态设定

0: 低电平

1: 高电平

11 PWM

11.1 概述

TK18 提供了最多 4 个 8 位 PWM，其端口分别为 PWM0、PWM1、PWM2 及 PWM3，这些 PWM 都是共享一个 8 位的 PWM 时钟源，而每个 PWM 都有自己独立的 8 位『周期长度』及『占空比』寄存器可以配置，程序只要设置这些相关寄存器后，PWM 模块就可以产生相应的 PWM 波形输出。

注意：由于在 LQFP44 以下的封装并不会会有『PWM3/GPIO27』的引脚，故此时如果还要实现 PWM3 的功能时，可由『PWM3/AD0/GPIO28/TK25』引脚来实现，具体的操作方式请参考以下『MAC_OPT』寄存器。

11.2 结构框图

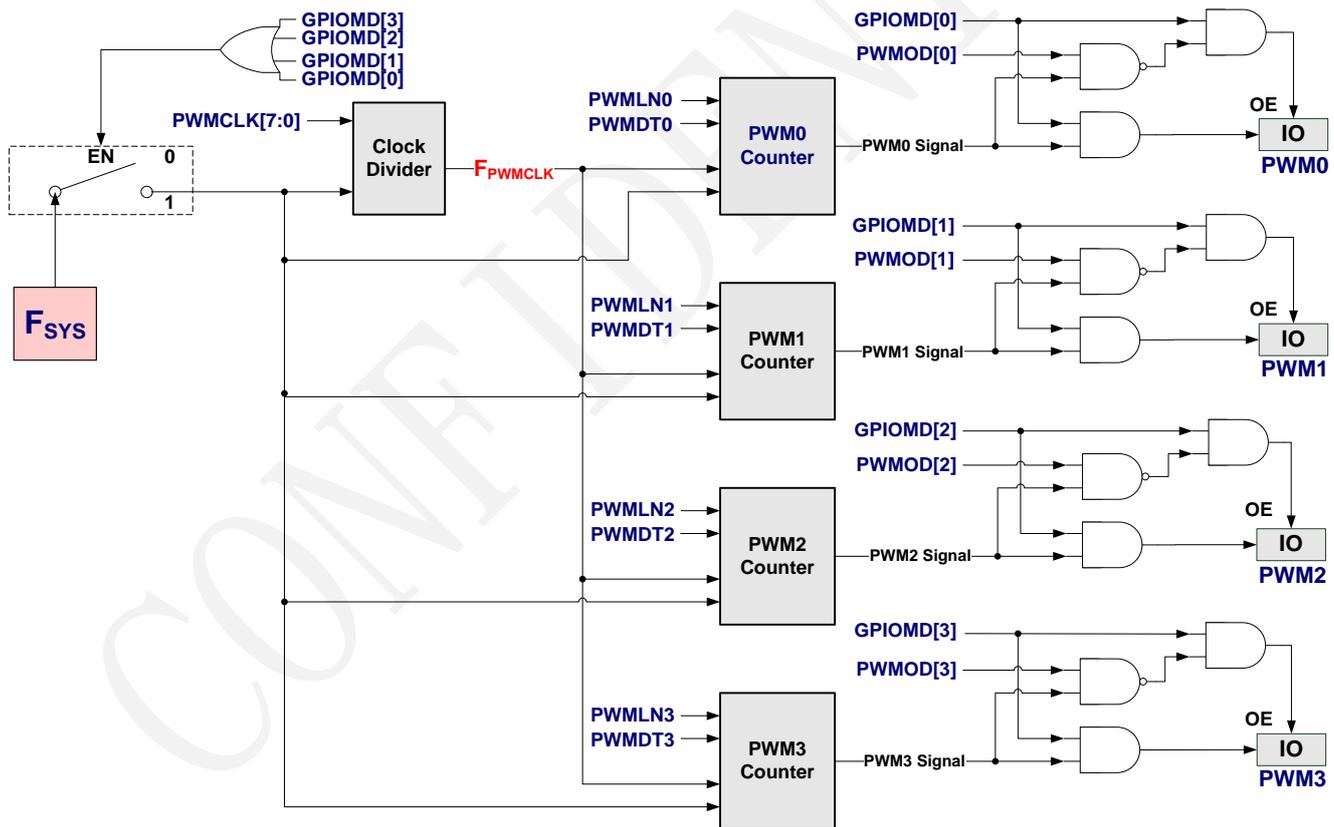


图11-1 TK18 PWM模块结构框图

11.3 相关控制寄存器

GPIOMD (地址: F200H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	G27PWM3	G26PWM2	G25PWM1	G24PWM0
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 **G27PWM3:** GPIO27 / PWM3 端口使能位
 0: 关闭 PWM3 端口, 启用 GPIO27 端口 (默认值)
 1: 启用 PWM3 端口, 关闭 GPIO27 端口

bit2 **G26PWM2:** GPIO26 / PWM2 端口使能位
 0: 关闭 PWM2 端口, 启用 GPIO26 端口 (默认值)
 1: 启用 PWM2 端口, 关闭 GPIO26 端口

bit1 **G25PWM1:** GPIO25 / PWM1 端口使能位
 0: 关闭 PWM1 端口, 启用 GPIO25 端口 (默认值)
 1: 启用 PWM1 端口, 关闭 GPIO25 端口

bit0 **G24PWM0:** GPIO24 / PWM0 端口使能位
 0: 关闭 PWM0 端口, 启用 GPIO24 端口 (默认值)
 1: 启用 PWM0 端口, 关闭 GPIO24 端口

PWMLN0 (地址: F220H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMLN0: PWM0周期长度控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMDT0 (地址: F221H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMDT0: PWM0占空比控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMLN1 (地址: F222H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMLN1: PWM1周期长度控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMDT1 (地址: F223H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMDT1: PWM1占空比控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMLN2 (地址: F224H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMLN2: PWM2周期长度控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMDT2 (地址: F225H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMDT2: PWM2占空比控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMLN3 (地址: F226H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMLN3: PWM3周期长度控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMDT3 (地址: F227H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMDT3: PWM3占空比控制寄存器							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

PWMLN0~PWMLN3 周期长度的设置说明

00000000:	256 个 PWM时钟(F_{PWMCLK})时钟 (默认值)
00000001:	1 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟
00000010:	2 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟
: :	: :
11111111:	255 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟

其中 PWM 时钟(F_{PWMCLK})源是来自 PWMCLK 的设置

PWMDT0~PWMDT3 占空比的设置说明

00000000: 256 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟 (默认值)
 00000001: 1 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟
 00000010: 2 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟
 : :
 11111111: 255 个 PWM 时钟(F_{PWMCLK})时钟

PWMOD (地址: F22DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	PWM3O	PWM2O	PWM1O	PWM0O
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-4 保留位
 bit3 **PWM3O**: PWM3 端口输出类型控制位
 0: PWM3 口为推拉输出(默认值)
 1: PWM3 口为开漏输出
 bit2 **PWM2O**: PWM2 端口输出类型控制位
 0: PWM2 口为推拉输出(默认值)
 1: PWM2 口为开漏输出
 bit1 **PWM1O**: PWM1 端口输出类型控制位
 0: PWM1 口为推拉输出(默认值)
 1: PWM1 口为开漏输出
 bit0 **PWM0O**: PWM0 端口输出类型控制位
 0: PWM0 口为推拉输出(默认值)
 1: PWM0 口为开漏输出

PWMCLK (地址: F22EH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	PWMCLK: PWM clock source control							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **PWMCLK**: PWM 时钟(F_{PWMCLK})源设置
 00000000: $F_{PWMCLK} = F_{SYS} / 1$
 00000001: $F_{PWMCLK} = F_{SYS} / 2$
 : :
 11111111: $F_{PWMCLK} = F_{SYS} / 256$

MAC_OPT (地址: F047H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	AD0PWM3	---	---	---	---	---	---	---
读/写	R/W	---	---	---	---	---	---	---
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **AD0PWM3**: 『PWM3/AD0/GPIO28/TK25』端口的 PWM3 输出使能位
 0: 关闭 『PWM3/AD0/GPIO28/TK25』端口上的 PWM3 信号输出 (默认)
 1: 使能 『PWM3/AD0/GPIO28/TK25』端口上的 PWM3 信号输出
- Bit6-0 保留位

11.4 PWM 输出与 GPIOD 初值的关系

TK18 的 4 个 PWM 的输出端口是各与 4 个 GPIO 复用的 (即 PWM3/GPIO27、PWM2/GPIO26、PWM1/GPIO25 与 PWM0/GPIO24)，故相关的 GPIOD 初值也会决定 PWM 输出的电平状态，说明如下：

- 当 PWM 端口输出前，**GPIOD 初值为 1 时**，则 PWM 端口就会以高电平的信号开始输出

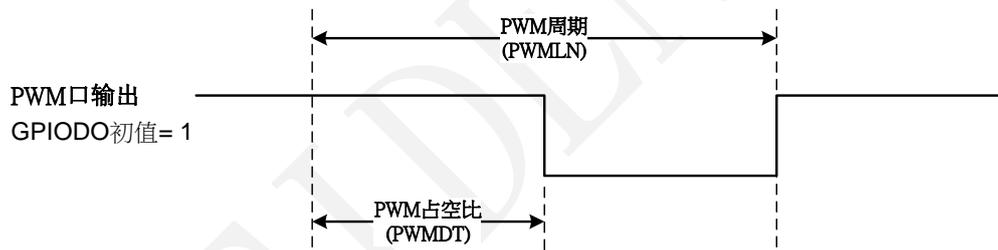


图11-2 当GPIOD初值为1时的PWM输出电平图

- 当 PWM 端口输出前，**GPIOD 初值为 0 时**，则 PWM 端口就会以低电平的信号开始输出

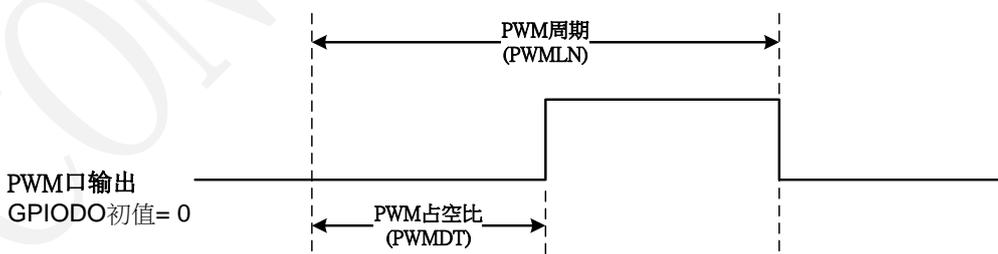


图11-3 当GPIOD初值为0时的PWM输出电平图

注意: 当 PWMDT 设置的时间大于或等于 PWMLN 的设置时间时，PWM 就会以 100% 占空比的时间来输出动作。

12 触摸按键 TK

12.1 概述

TK18内部集成了硬件式的触摸按键控制器模块，它利用了『克希荷夫定理所发展的方法』(也就是电荷传递的方法)来实现了高性价比的电容式感应触摸按键TK。每个完整的触摸扫描周期包括电荷充电，电荷转移及放电阶段，而这三个阶段控制则由S0，S1和S2控制寄存器来决定。

TK18最多可以支持28个触摸按键。每个TK端口都可以透过寄存器来单独的开启或关闭，另外，还提供了信号的屏蔽、降低噪声及环境自动更正的硬件，以满足各种场合及产品的应用。针对TK18独特的TK硬件模块，ene同时还提供了TK18专用的『C语言』及『汇编语言』软件包做搭配应用，让用户在设计TK程序时能立马上手，完成项目。

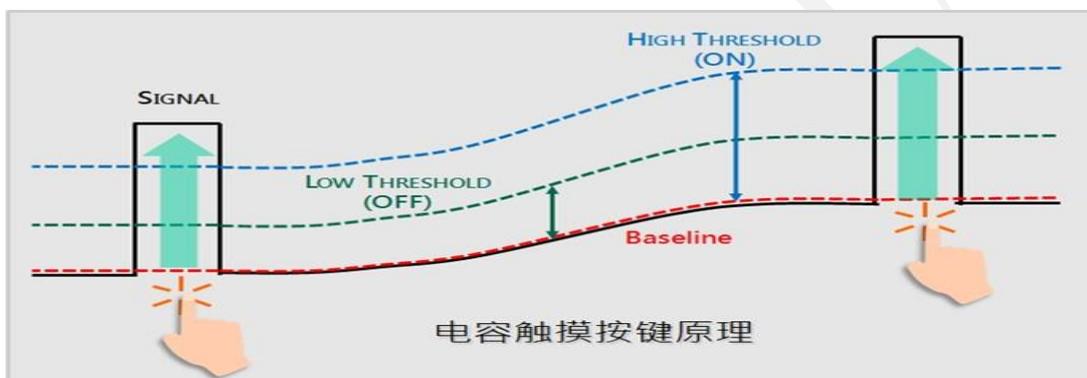


图12-1 TK18 触摸按键信号扫描原理TK图

12.2 相关控制寄存器

CHGCYC (地址: FA00H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	S0T3	S0T2	S0T1	S0T0
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 – 0 **S0T3~ S0T0**: 电荷充电 S0 之周期控制

在充电 S0 的周期时间，触摸按键的电容会被充电至参考电压值，

1 个充电周期= 1 个扫描周期(T_{TKSCAN})

0000: 1 个扫描周期

0001: 2 个扫描周期

⋮

1111: 16 个扫描周期

扫描周期(T_{TKSCAN})= $1/\text{扫描时钟}(F_{TKSCAN})$

TRNCYC (地址: FA01H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	S1T3	S1T2	S1T1	S1T0
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 – 0 **S1T3~ S1T0**: 电荷转移 S1 之周期控制

在转移 S1 的周期时间, 触摸按键的电荷量会被转移至 CEXT 做累积
1 个转移周期= 1 个扫描周期(T_{TKSCAN})

0000: 1 个扫描周期

0001: 2 个扫描周期

⋮
⋮

1111: 16 个扫描周期

扫描周期(T_{TKSCAN})= 1/扫描时钟(F_{TKSCAN})

IDLECYC (地址: FA02H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	S2T3	S2T2	S2T1	S2T0
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 4 保留位

bit3 – 0 **S2T3~ S2T0**: 电荷充电 S0 与电荷转移 S1 之间的空闲周期控制

0000: 空闲 1 个扫描周期

0001: 空闲 2 个扫描周期

⋮
⋮

1111: 空闲 16 个扫描周期

SCANWIN (地址: FA05H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	TKSW7	TKSW6	TKSW5	TKSW4	TKSW3	S2T2	S2T1	TKSW0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 0 **TKSW7~ TKSW0**: 触摸按键 TK 扫描的采样周期 T_{TKSWIN}

00000000: 1 个采样周期 T_{TKSWIN}

00000001: 2 个采样周期 T_{TKSWIN}

⋮
⋮

11111111: 256 个采样周期 T_{TKSWIN}

WINCTRL (地址: FA06H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	SWCTRL
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 1 保留位

bit0 **SWCTRL**: TK 扫描的采样周期(T_{TKSWIN})源设置
 0: 1 个采样周期(T_{TKSWIN})= 512 个扫描周期(T_{TKSCAN})
 1: 1 个采样周期(T_{TKSWIN})= 1024 个扫描周期(T_{TKSCAN})

REXTCTRL (地址: FA0BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	RVAL5	RVAL4	RVAL3	RVAL2	RVAL1	RVAL0	---	REXTEN
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 2 **RVAL5~ RVAL0**: TK 扫描之放电电阻 REXT 控制位 (初值 REXT= 14KΩ)

RVAL0 设为 1: + 0.5KΩ
 RVAL1 设为 1: + 1KΩ
 RVAL2 设为 1: + 2KΩ
 RVAL3 设为 1: + 4KΩ
 RVAL4 设为 1: + 8KΩ
 RVAL5 设为 1: + 16KΩ

举例:

RVAL5-RVAL0 为 000000: REXT= 14KΩ (初值)
 RVAL5-RVAL0 为 000001: REXT= 14.5KΩ
 RVAL5-RVAL0 为 001100: REXT= 20KΩ
 RVAL5-RVAL0 为 100011: REXT= 31.5KΩ
 RVAL5-RVAL0 为 111111: REXT= 45.5KΩ (最大值)

bit1 保留位

bit0 **REXTEN**: TK 扫描之放电电阻 REXT 使能位
 0: 关闭
 1: 启用

SHIELDCTRL (地址: FA0CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	SPFEN	STS	SSIGS
读/写	---	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 3 保留位

bit2 **SPFEN**: 屏蔽信号源控制位
 0: 接地 GND
 1: 空接

- bit1 **STS**: 屏蔽信号高电平源控制位
 0: I/O 口高电平 (接近 VCC)
 1: 1.8V (LDO18 稳压管电平)
- bit0 **SSIGS**: 屏蔽信号类型选择位
 0: 与 TK 端口口信号一致
 1: 接地 GND

SCANCTRL (地址: FA0DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	NSEP
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 1 保留位
- bit0 **NSEP**: 当前未被扫描的 TK (启用中的触摸按键 TK)之端口状态控制位
 0: 接地 GND
 1: 空接

PORTEN0 (地址: FA17H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	P7EN	P6EN	P5EN	P4EN	P3EN	P2EN	P1EN	P0EN
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 0 **P7EN~ P0EN**: TK7~TK0 之端口使能位
 0: 关闭
 1: 启用

PORTEN1 (地址: FA18H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	P15EN	P14EN	P13EN	P12EN	P11EN	P10EN	P9EN	P8EN
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 0 **P15EN~ P8EN**: TK15~TK8 之端口使能位
 0: 关闭
 1: 启用

PORTEN2 (地址: FA19H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	P23EN	P22EN	P21EN	P20EN	P19EN	P18EN	P17EN	P16EN
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 0 **P23EN~ P16EN**: TK23~TK16 之端口使能位
 0: 关闭
 1: 启用

PORTEN3 (地址: FA1AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	P28EN	P27EN	P26EN	P25EN	P24EN
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 – 1 **P28EN~ P25EN:** TK28~TK25 之端口使能位

0: 关闭

1: 启用

bit0 **P24EN:** 内部校正环境变异用的 TK24(DUMMY port 24)之端口使能位
用户可依需求来使用此虚端口，一般此端口主要用在与其它启用端口的采样值比对用，以提供环境自动更正时的参考依据

0: 关闭

1: 启用

注意: 每个 TK 端口对应各自的端口使能位，未启用的 TK 端口要关闭。

SHIELDEN0 (地址: FA1BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	S7EN	S6EN	S5EN	S4EN	S3EN	S2EN	S1EN	S0EN
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 0 **S7EN~ S0EN:** TK7~TK0 端口屏蔽功能使能位

0: 关闭

1: 启用

SHIELDEN1 (地址: FA1CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	S15EN	S14EN	S13EN	S12EN	S11EN	S10EN	S9EN	S8EN
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 0 **S15EN~ S8EN:** TK15~TK8 端口屏蔽功能使能位

0: 关闭

1: 启用

SHIELDEN2 (地址: FA1DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	S23EN	S22EN	S21EN	S20EN	S19EN	S18EN	S17EN	S16EN
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 0 **S23EN~ S16EN:** TK23~TK16 端口屏蔽功能使能位

0: 关闭

1: 启用

SHIELDEN3 (地址: FA1EH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	S28EN	S27EN	S26EN	S25EN	S24EN
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 – 1 **S28EN~ S25EN**: TK28~TK25 端口屏蔽功能使能位

0: 关闭

1: 启用

bit0 **S24EN**: 内部校正环境变异用的 TK24(DUMMY port 24)之端口屏蔽功能使能位

0: 关闭

1: 启用

注意: 每个 TK 端口对应各自的屏蔽功能使能位, 就算该 TK 通道是关闭的, 屏蔽功能还是可以独立运行及控制的; 但对当前已经启用且正在被扫描的 TK 通道而言, 屏蔽功能是无效的。

SCANMODEN (地址: FA20H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	SCEN
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 1 保留位

bit0 **SCEN**: TK 模块扫描使能控制位

此位写“1”则 TK 模块启用, 随即开始扫描启用中的 TK 端口

0: 关闭

1: 启用

INTEN (地址: FA22H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	TKMI
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **TKMI**: TK端口扫描完成模块之中断允许控制位

要让 TK 端口在扫描完成时发出中断请求并能顺利响应中断, 除了要预先将 TKI 位设置为“1”之外, 同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”, 否则中断是无法响应的

0: 禁止

1: 开放

PENDFLAG (地址: FA23H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	TKMIF
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit0 **TKMIF**: TK端口扫描完成模块之中断请求标志位, 此位写"1"可清除该标志位
 0: 未请求
 1: 请求

SCANCLK_DIV (地址: F032H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	TKCLK2	TKSCLK1	TKSCLK0
读/写	---	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 3 保留位

bit2 – 0 **TKSCLK2~TKSCLK0**: TK 扫描时钟(F_{TKSCAN})源控制位 (初值 $F_{TKSCAN} = 7\text{MHz}$)
 000: $F_{HOSC}/4$ (即 $F_{TKSCAN} = 28\text{MHz}/4 = 7\text{MHz}$)
 100: $F_{HOSC}/2$ (即 $F_{TKSCAN} = 28\text{MHz}/2 = 14\text{MHz}$)
 其他: 保留位

12.3 使用方法及注意事项

请参考 ene 所提供的相关文档, 如『软件包使用说明』、『硬件使用手册』, 或联系ene。

13 LED 驱动模块 LED DRIVER

13.1 概述

TK18 提供了最大 7 位(COM) x 8 段(SEG)共 56 颗的硬件式共阴 LED 驱动模块, 此模块为独立硬件并自带数据显示寄存器、扫描驱动硬件及大电流驱动能力, 亦可为 LED 驱动模块的功能且类似市场通用的硬件 LED 驱动芯片(如 16xx), 用户在使用上只要将显示数据存放在显示寄存器中就可以直接驱动 LED 了。

13.2 结构框图

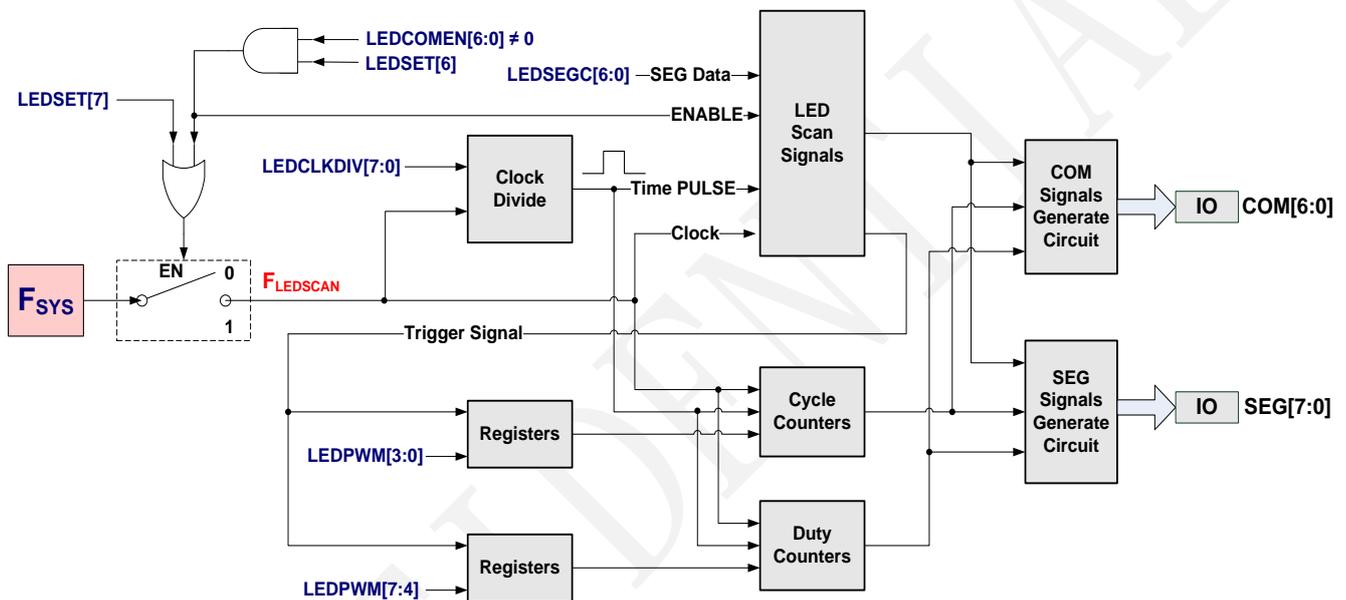


图13-1 TK18 LED驱动模块结构框图

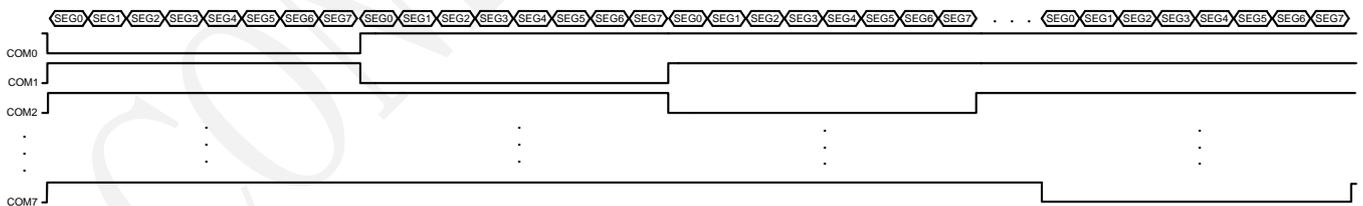


图13-2 TK18 LED驱动时序图

13.3 相关控制寄存器

LEDSET (地址: F300H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	LCLKEN	LEDEN	---	---	COMT3	COMT2	COMT1	COMT0
读/写	R/W	R/W	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 **LCLKEN**: LED扫描时钟($F_{LEDSCAN}$)源使能控制位

0: 除能
1: 使能

bit6 **LEDEN**: LED模块扫描使能控制位, 此位写"1"即可启动LED扫描

0: 除能
1: 使能

bit5-4 保留位

bit3-0 **COMT3~COMT0**: COM 口驱动之 PWM 周期设置

0000: 1 个LED PWM周期(T_{LEDPWM})
0001: 2 个LED PWM周期(T_{LEDPWM})
:
:
1111: 16个LED PWM周期(T_{LEDPWM})

LEDCLKDIV (地址: F301H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	LEDCLKDIV: LED Display Control clock divider							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **LEDCLKDIV**: LED扫描时钟($F_{LEDSCAN}$)源设置

00000000: $F_{LEDSCAN} = F_{SYS} / 1$
00000001: $F_{LEDSCAN} = F_{SYS} / 2$
:
:
11111111: $F_{LEDSCAN} = F_{SYS} / 256$

LEDPWM (地址: F302H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	LPWMDUTY: LED PWM duty				TLEDPWM: LED PWM cycle length			
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-4 **LPWMDUTY**: LED PWM 占控比设置

0000: 0 个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间
0001: 1 个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间
:
:
1111: 15个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间

bit3-0 **TLEDPWM**: LED PWM 周期(T_{LEDPWM})设置
 0000: 16个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间
 0001: 1个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间
 :
 :
 1111: 15个LED时钟($F_{LEDSCAN}$)时间

LEDCOMEN (地址: F303H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	COM6OP	COM6EN	COM5EN	COM4EN	COM3EN	COM2EN	COM1EN	COM0EN
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 **COM6OP**: COM6信号输出端口选择位, 默认为GPIO34端口
 0: 选择 GPIO34 端口做为 COM6 的信号输出口
 1: 选择 GPIO0 端口做为 COM6 的信号输出口

bit6 **COM6EN**: COM6 端口使能控制位, COM6讯号会一COM6OP的设置端口来输出
 0: 关闭
 1: 启用

bit5 **COM5EN**: COM5 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

bit4 **COM4EN**: COM4 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

bit3 **COM3EN**: COM3 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

bit2 **COM2EN**: COM2 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

bit1 **COM1EN**: COM1 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

bit0 **COM0EN**: COM0 端口使能控制位
 0: 关闭
 1: 启用

LEDSEGC0 (地址: F304H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C0SEG7	C0SEG6	C0SEG5	C0SEG4	C0SEG3	C0SEG2	C0SEG1	C0SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C0SEG7~C0SEG0**: COM0对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器
 0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)
 1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC1 (地址: F305H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C1SEG7	C1SEG6	C1SEG5	C1SEG4	C1SEG3	C1SEG2	C1SEG1	C1SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C1SEG7~C1SEG0**: COM1对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC2(地址: F306H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C2SEG7	C2SEG6	C2SEG5	C2SEG4	C2SEG3	C2SEG2	C2SEG1	C2SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C2SEG7~C2SEG0**: COM2对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC3 (地址: F307H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C3SEG7	C3SEG6	C3SEG5	C3SEG4	C3SEG3	C3SEG2	C3SEG1	C3SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C3SEG7~C3SEG0**: COM3对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC4 (地址: F308H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C4SEG7	C4SEG6	C4SEG5	C4SEG4	C4SEG3	C4SEG2	C4SEG1	C4SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C4SEG7~C4SEG0**: COM4对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC5 (地址: F309H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C5SEG7	C5SEG6	C5SEG5	C5SEG4	C5SEG3	C5SEG2	C5SEG1	C5SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C5SEG7~C5SEG0**: COM5对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

LEDSEGC6 (地址: F30AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	C6SEG7	C6SEG6	C6SEG5	C6SEG4	C6SEG3	C6SEG2	C6SEG1	C6SEG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **C6SEG7~C6SEG0**: COM6对应SEG7~SEG0之数据显示寄存器

0: LED OFF (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送低电平)

1: LED ON (当前扫描到的 LED 其 COM 端口会拉低电平, SEG 端口会送高电平)

14 通用异步接收/发送器 UART

14.1 概述

TK18 提供 1 组半双工之 UART 串口通信，此串口兼容标准 8051 原有的串口，但唯一不同的是 TK18 的 TXD/RXD 端口比 8051 更为灵活，用户可透过『TXDMUX』及『RXDMUX』寄存器将端口映射至 GPIO0~GPIO35 任意的引脚上来操作。

说明: 虽然在 LQFP44 以下的封装并不会会有『TXD、RXD』这 2 支引脚，但用户仍可以透过『TXDMUX』及『RXDMUX』这 2 个寄存器的设置将该引脚功能映像至任意的 GPIO 口来动作 (注意、不可将 TXD 及 RXD 端口配置在同一支引脚)。

14.2 结构框图

在TK18当中若要把8位的并行资料传出去，只要把资料放入串行缓冲器(SBUF)即可，TK18就会把这笔资料，一个位一个位丢出去。接收串列资料也是一样，TK18会把外面传入的资料，一个位一个位塞进SBUF。当SBUF塞满后，即为并行资料，且在塞满后提出中断，再将SBUF裡的资料让软件取走。传送资料时，先将所要送出的资料放入SBUF，即可一个位一个位地传到目的地。在TK18当中虽然都叫做SBUF，但接收用的SBUF与传送用的SBUF，分别是两个不同位址的8位缓存器。在TK18的串列端口有四种工作模式(mode)，使用不同工作模式，其速率各有不同，说明如下：

- **Mode 0:** 此模式之速率由SCON4[1:0]寄存器决定。在此模式下，不管是接收资料还是资料传出是以固定速率且为数据长度为8位之串行数据资料传输，此时TXD是当成串行资料输出或输入用途(Data)，RXD是当成串行数据的脉波讯号(Clock)。因此在执行资料接收或传送时，由RXD送出移位脉波，而由TxD接收串行资料，如图14-1所示。

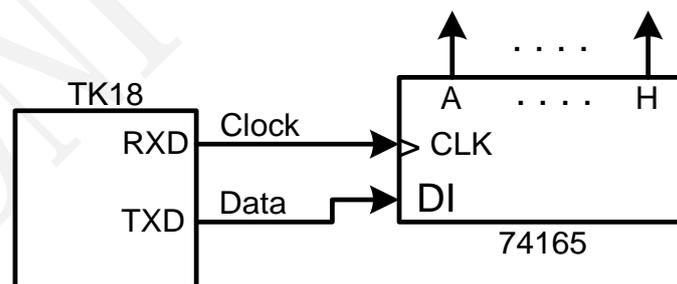


图14-1 TK18 UART Mode 0结构框图

- **Mode 1:** 在此模式下，不管是接收资料还是资料传出，其速率由 SCON2 与 SCON3 寄存器决定。如图 14-2 所示为 TK18 UART 串列埠的架构，只要将要送出得资料放入 SBUF，例如「SBUF=0x12」，则 0x12 写入 SBUF 的动作会在 S6 的 2 周期，将「1」放入 SBUF 左边的正反器(视为第 9 位)，以做为结束传送的识别位，同时启动 TX 控制器的开始信号，而 TX 控制器的送出信号输出 1，则 TxD 接脚即可输出移位脉波，开始传出资料。紧接着，SBUF 内的资料，依序移位经 RxD 接脚输出，同时在 SBUF 左边补入 0。当送出八个位时，

SBUF 裡除最右边为 1 外，其余皆为 0，零侦测电路(只侦测 SBUF 左边七个位)将侦测出 0 的信号，以驱动 TX 控制器，TX 控制器随即提出一个 TI 中断信号，并将送出信号输出为 0，停止传送。若要接收资料，则须先将 SCON 缓存器的 REN 位设定为 1、RI 位设定为 0，方能启动 RX 控制器的开始信号，RX 控制器将「11111110」加载输入移位寄存器。紧接着，RX 控制器的接收信号输出 1，则 TxD 接脚即可输出移位脉波，开始接收资料。每当一个位串列资料经 RxD 接脚输入到输入移位寄存器时，RX 控制器将送出一个移位信号，让输入移位寄存器左移一位。当输入移位寄存器最左位为 0 时，RX 控制器将再进行一个位的输入，然后提出一个 RI 中断信号，并将接收信号输出为 0，停止接收。

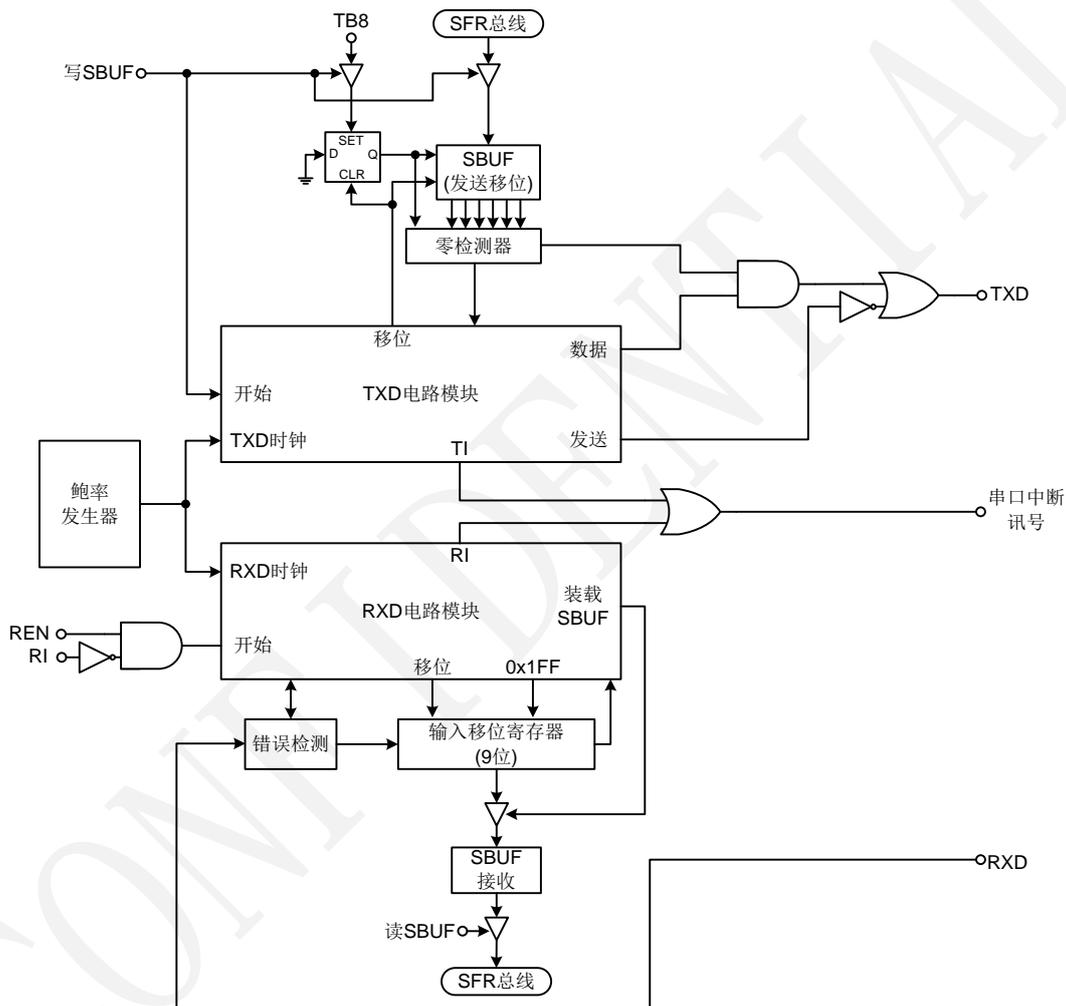


图14-2 TK18 串口模块结构框图

在此模式下 TK18 的 RXD 连接到来源的 TXD 接脚、TK18 的 TXD 连接到目的地的 RXD 接脚。在 **Mode 1** 下，每笔资料是由 10 位所组成，包括起始位(start 位)、8 个位的数据，以及停止位(stop 位)，其中第一个位就是低态的起始位，接着是 8 位数据，由 bit 0 开始送(即 LSB)，接续于 bit 7(MSB)之后的是高态的停止位，如图 14-3 所示：

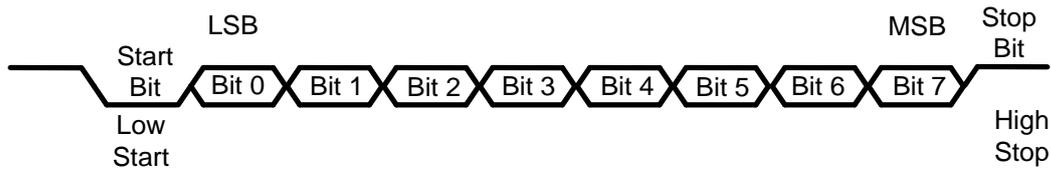


图 14-3 TK18 串口 Mode 1 数据串格式图

- Mode 2: 在此模式下，不管是接收资料还是资料传出，其**速率由SCON2与SCON3寄存器决定且每笔资料是由11位所组成**，包括起始位(start位)、8个位的数据、同位位(parity位)，以及停止位(stop位)，其中第一个位就是低态的起始位，紧接着是8位的数据，由bit 0开始送(即LSB)，接续于bit 7(MSB)之后的是高态的停止位。如图14-4所示。当进行资料传出时，第9个位TB8(即SCON缓存器中的TB8)为同位位，可取自程序状态字组缓存器PSW中的P位，以达到同位检查的目的。当接收资料时第9位将直接移入SCON缓存器中的RB8，而不必管停止位。

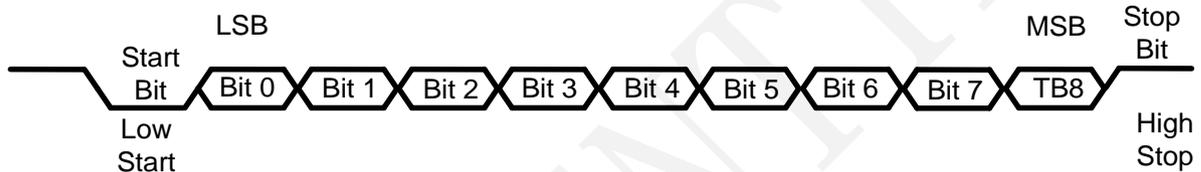


图 14-4 TK18 串口 Mode 2 数据串格式图

14.3 相关控制寄存器

TXD_MUX (地址: F001H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
符号	---	---	TXD_MUX: select a GPIO for TXD data output.						
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
复位初值	0	0	1	0	0	0	0	0	

bit7-6 保留位

bit5-0 **TXD_MUX**: UART 串口通信之 TXD 通道之端口选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为TXD通道的输出口

000001: 选择GPIO1端口为TXD通道的输出口

:

100000: 选择GPIO32端口为TXD通道的输出口 (默认值)

:

100011: 选择GPIO35端口为TXD通道的输出口

其它: 保留位

RXD_MUX (地址: F00DH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
符号	---	---	RXD_MUX: select a GPIO for RXD data input.						
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
复位初值	0	0	1	0	0	0	0	1	

bit7-6 保留位

bit5-0 **RXD_MUX**: UART 串口通信之 RXD 通道之端口选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为RXD通道的输入口

000001: 选择GPIO1端口为RXD通道的输入口

⋮

100001: 选择GPIO33端口为RXD通道的输入口 (默认值)

⋮

100011: 选择GPIO35端口为RXD通道的输入口

其它: 保留位

SYSMISC (地址: F010H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	TXCLKEN	TXEN	---	---	---	---
读/写	---	---	R/W	R/W	---	---	---	---
复位初值	0	0	0	0	0	1	0	0

bit7-6 保留位

bit5 **TXCLKEN**: UART 模式 0 之 TX 时钟源使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit4 **TXEN**: TX 模块运行使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用, 此位设置为"1"后, TXD 端口就可以开始运行

bit3-0 保留位

SCON (地址: 98H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SM1	SM1	---	REN	TB8	RB8	TI	RI
读/写	R/W	R/W	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-6 **SM1~SM0**: UART 工作模式选择位

00: 模式 0, 8 位移位寄存器模式, 此时 RX 口的时钟频率为系统时钟频率

01: 模式 1, 8 位串行端口

10: 模式 2, 9 位串行端口

11: 保留位

bit5 保留位

- bit4 **REN:** RX 模块运行使能位
0: 关闭 (默认值)
1: 启用, 此位设置为"1"后, RXD 端口就可以开始运行
- bit3 **TB8:** 串口模式 2 和 3 发送出的第 9 位数据
0: 数据 0
1: 数据 1
- bit2 **RB8:** 串口模式 2 和 3 接收到的第 9 位数据
0: 数据 0
1: 数据 1
- bit1 **TI:** 串口发送 TXD 中断请求标志位
响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
0: 未请求
1: 请求
- bit0 **RI:** 串口接收 RXD 中断请求标志位
响应中断后此位不会自动清除, 要将此位写"1"才可清除该标志位
0: 未请求
1: 请求

SBUF (地址: 99H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SBUF							
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **SBUF:** UART 串行口数据缓冲区

SCON2 (地址: 9AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SCON2							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **SCON2:** 高字节波特率(Baud Rate)设置寄存器

SCON3 (地址: 9BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	SCON3							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **SCON3:** 低字节波特率(Baud Rate)设置寄存器

说明: SCON2 与 SCON3 组合成 16 位的计数器, 用来配置 UART 在工作模式 1 及 2 的波特率, 而波特率的时钟源= F_{SYS} , 而 SCON2 与 SCON3 的计算方式如下:

➤ 假设 $F_{SYS}=14\text{MHz}$, 希望得到 115200bps 的波特率, 则

$$\text{Baud Rate} = 1 / T$$

$$T = (1 / F_{SYS}) * (\{SCON2, SCON3\} + 1)$$

$$T = (71.43\text{nS}) * (\{SCON2, SCON3\} + 1)$$

$$\{SCON2, SCON3\} + 1 = 1 / (115200 * 71.43)$$

$$\{SCON2, SCON3\} = 121$$

得 **SCON2= 00H, SCON3= 79H**

SCON4 (地址: 9CH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	M10BR1	M10BR0
读/写	---	---	---	---	---	---	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-4 保留位

bit1-0 **SM10BR1~M10BR0**: UART在工作模式0波特率设置位

00: 波特率= $F_{SYS}/2$

01: 波特率= $F_{SYS}/4$

10: 波特率= $F_{SYS}/8$

11: 波特率= $F_{SYS}/16$

15 I²C 总线从机通信

15.1 概述

TK18 提供 1 个通道的标准 I²C 总线的从机通信接口，其端口分别为 SCL 及 SDA，在传输速度上支持『标准模式 NON-BUSY MODE』的 100 KHz 及『快速模式 BUSY MODE』的 400 KHz 两种时钟速度，总线的标准应用接法参考如下图 15-1。

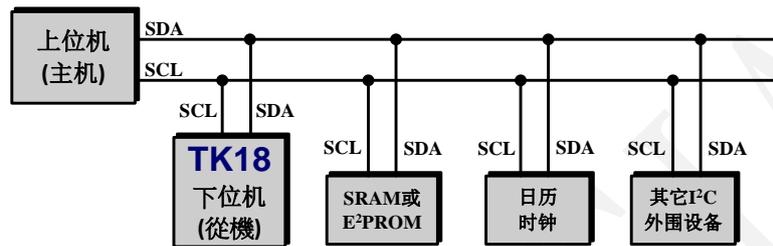


图15-1 TK18 I²C从机应用表示图

说明：虽然在 LQFP44 以下的封装并不会会有『SCL、SDA』这 2 支引脚，但用户仍可以透过『I2CCLK_MUX』及『I2CDAT_MUX』这 2 个寄存器的设置将该引脚功能映射至任意的 GPIO 口来动作（注意：不可将 SCL 及 SDA 端口配置在一起）。

15.2 结构框图

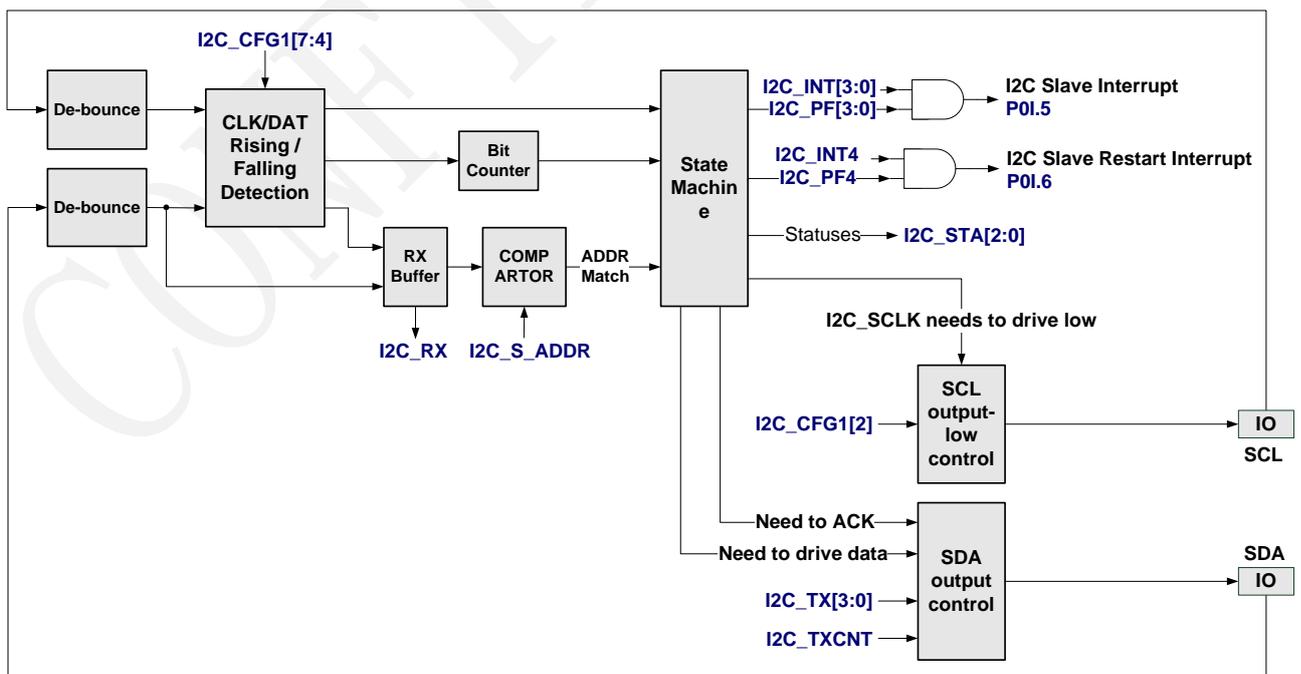


图15-2 TK18 I²C模块结构框图

15.3 相关控制寄存器

I2CCLK_MUX (地址: F040H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	I2CCLK_IO: select a GPIO for SCL input.					
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	1	0	0	0	0	0

bit7-6 保留位

bit5-0 **I2CCLK_IO**: I²C 时钟 SCL 通道映射选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为SCL通道的输入口

000001: 选择GPIO1端口为SCL通道的输入口

:

100000: 选择GPIO32端口为SCL通道的输入口 (默认值)

:

100011: 选择GPIO35端口为SCL通道的输入口

其它: 保留位

I2CDAT_MUX (地址: F041H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	I2CDAT_IO: select a GPIO for SDA input.					
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	1	0	0	0	0	1

bit7-6 保留位

bit5-0 **I2CDAT_IO**: I²C 数据 SDA 通道映射选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为SDA通道的输入口

000001: 选择GPIO1端口为SDA通道的输入口

:

100001: 选择GPIO33端口为SDA通道的输入口 (默认值)

:

100011: 选择GPIO35端口为SDA通道的输入口

其它: 保留位

I2C_S_ADDR (地址: F002H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2CS_ADDR: I2S device address							I2CRW
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/-
复位初值	1	0	0	0	0	0	0	0

bit7-1 **I2C_S_ADDR**: I²C 从机装置与 ISP 的 SMB 总线地址寄存器 (默认值为 1000000)

bit0 **I2CRW**: I²C 总线读/写标志位

0: 写

1: 读

I2C_S_CTRL (地址: F003H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	I2CSEN	ISPEN	---	---	---	---
读/写	---	---	R/W	R/W	---	---	---	---
复位初值	0	0	0	1	0	1	0	1

bit7-6 保留位

bit5 **I2CSEN**: I²C 从机装置使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit4 **ISPEN**: ISP 通信的 SMB 总线从机装置使能位

0: 关闭

1: 启用 (默认值)

bit3-0 保留位

I2C_CFG1 (地址: F780H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	NACKI	SCLS	ADDCP	---
读/写	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W	---
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-4 保留位

bit3 **NACKI**: 在『标准模式』下, 收到 NACK 时发生中断之使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit2 **SCLS**: I²C 从机模式选择位

0: 标准模式 (默认值)

1: 快速模式

bit1 **ADDCP**: I²C 从机装置 7 位地址比对功能使能位 (此位在应用时建议启用)

0: 关闭(默认值), 从机硬件不会自动比对主机发过来的 7 位地址, 用户要自行比对

1: 启用, 从机硬件会自动比对主机发过来的 7 位地址, 如果比对错误, 硬件就会再次等待主机重发地址, 没比对成功就不会继续下一步的协议动作, 此时 DNIF 为零; 反之, 如果硬件比对成功, 此时 DNIF 就会被置 1, 硬件就会继续下一步的协议动作

bit0 保留位

I2C_CFG2 (地址: F781H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	REVST	REVSP	BSDASTIM: Setup time for SDA output in busy mode					
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 **REVST**: 接收到开始信号时之动作选择位
 0: 周转模式 (默认值), 此代表硬件会正常进行协议该有的后续动作
 1: 保持当前状态 (此位用于测试模式, 不建议用)
- bit6 **REVSP**: 接收到停止信号时之动作选择位
 0: 周转模式 (默认值), 此代表硬件会正常进行协议该有的后续动作
 1: 保持当前状态 (此位用于测试模式, 不建议用)
- bit5-0 **BSDASTIM**: I²C 标准模式下的 SDA 输出的建立时间寄存器
 000000: 1 个系统时钟 F_{SYS}
 000001: 2 个系统时钟 F_{SYS}
 :
 :
 111111: 64 个系统时钟 F_{SYS}

I2C_INT (地址: F782H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	RSI	STI	ASI	NSI	DNI
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

- bit7 – 5 保留位
- bit4 **RSI**: I²C 重启动作中断允许控制位
 0: 禁止 (默认值)
 1: 开放
- bit3 **STI**: I²C 启动中断允许控制位
 0: 禁止 (默认值)
 1: 开放
- bit2 **ASI**: I²C 异常中断允许控制位
 0: 禁止 (默认值)
 1: 开放
- bit1 **NSI**: I²C 正常停止中断允许控制位
 0: 禁止 (默认值)
 1: 开放
- bit0 **DNI**: I²C 数据完成中断允许控制位
 0: 禁止 (默认值)
 1: 开放

I2C_PF (地址: F783H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	RSIF	STIF	ASIF	NSIF	DNIF
读/写	---	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 5 保留位

bit4 **RSIF**: I²C 重启动作中断标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

bit3 **STIF**: I²C 启动中断标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

bit2 **ASIF**: I²C 异常中断标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

bit1 **NSIF**: I²C 正常停止中断标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

bit0 **DNIF**: I²C 数据完成中断标志位, 此位写"1"可清除该标志位

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

I2C_STA (地址: F784H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	ACKF	STPF	STRF
读/写	---	---	---	---	---	R/-	R/-	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 3 保留位

bit2 **ACKF**: I²C 从机装置之应答信号标志位

0: 应答 (ACK)

1: 非应达 (NACK)

bit1 **STPF**: I²C 从机装置之停止事件标志位

0: 正常 (默认值)

1: 停止事件发生, 当下一个起始事件发生时, 此位会自动被清除

bit0 **STRF**: I²C 从机装置之开始事件标志位

0: 正常 (默认值)

1: 开始事件发生, 当下一个停止事件发生时, 此位会自动被清除

I2C_SCR (地址: F785H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	IDLE	---	---	---	---	DR	NDE	SACK
读/写	R/W	---	---	---	---	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 **IDLE**: I²C 从机装置强制闲置使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit6 – 3 保留位

bit2 **DR**: 数据方向之控制位, 当 ADDCP 位为 0 时, 用户才需要自行依 I2CRW 位的状态来设置此 DR 位 (当 ADDCP 位为 1 时, 此位无效)

0: RX (默认值), 代表此时的协议命令是『写』命令

1: TX, 代表此时的协议命令是『读』命令

bit1 **NDE**: 下一个数据有效与否之控制位

0: 无效数据 (默认值)

1: 有效数据

bit0 **SACK**: 从机应答标志之控制位

0: 应答 (ACK)

1: 非应达 (NACK)

I2C_RX (地址: F786H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2C_RX: I2C slave receive data							
读/写	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **I2C_RX**: I²C 从机接收之数据寄存器

I2C_TX0 (地址: F787H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2C_TX0: I2C slave transmit data byte0							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **I2C_TX0**: I²C 从机发送数据之字节 0 寄存器

I2C_TX1 (地址: F788H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2C_TX1: I2C slave transmit data byte1							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **I2C_TX1**: I²C 从机发送数据之字节 1 寄存器

I2C_TX2 (地址: F789H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2C_TX2: I2C slave transmit data byte2							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **I2C_TX2**: I²C 从机发送数据之字节 2 寄存器

I2C_TX3 (地址: F78AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2C_TX3: I2C slave transmit data byte3							
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **I2C_TX3**: I²C 从机发送数据之字节 3 寄存器

I2C_TXCNT (地址: F78BH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	I2CTX1	I2CTX0
读/写	---	---	---	---	---	---	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 2 保留位

bit1-0 **I2CTX1~I2CTX0**: I²C 从机发送字节计数器
 00: 发送 I2C_TX0 (字节 0)之数据 (默认值)
 01: 发送 I2C_TX1 (字节 1)之数据
 10: 发送 I2C_TX2 (字节 2)之数据
 11: 发送 I2C_TX3 (字节 3)之数据

注意: 当TK18的I²C从机运行在『快速模式』时, 如果从机的硬件还在忙碌时, 会将SCL脚拉至低电平直到忙碌解除, 此从机的硬件行为主要是要通知上位机暂缓通信以避免从机漏接数据; 以上为『快速模式』的标准I²C从机硬件规格 (TK18支持国际标准的快速模式之从机规格), 故上位机如果也要以『快速模式』来运行, 在硬件上也要能支持I²C从机的硬件规格, 否则, 通信时有可能会出现无法预期的异常现象。

16 模数转换 ADC

16.1 概述

TK18 提供了最多 6 个通道的 10 位采样精度 ADC，其端口分别为 AD0、AD1、AD2、AD3、AD4 及 AD5，用户可用程序查询方式或是中断方式来处理 ADC 转换完成后的数据。

注意: ADC 的参考电压为 VCC，在应用上如果担心因为 VCC 的波动而造成 ADC 的转换数据不稳定时，可用程序将每次转换后的数据做平均处理。

16.2 结构框图

TK18的模数转换器（ADC）的模拟输入通道共享一个采样保持电路。采样保持电路的输出与模数转换器的输入相连。模数转换器采用逐次逼近法产生一个10位二进制结果，并将该结果保存在ADC结果寄存器（ADC_DAT0和ADC_DAT1）中。6个ADC通道都可以输入独立的模拟信号，但是每次只能使用一个通道。

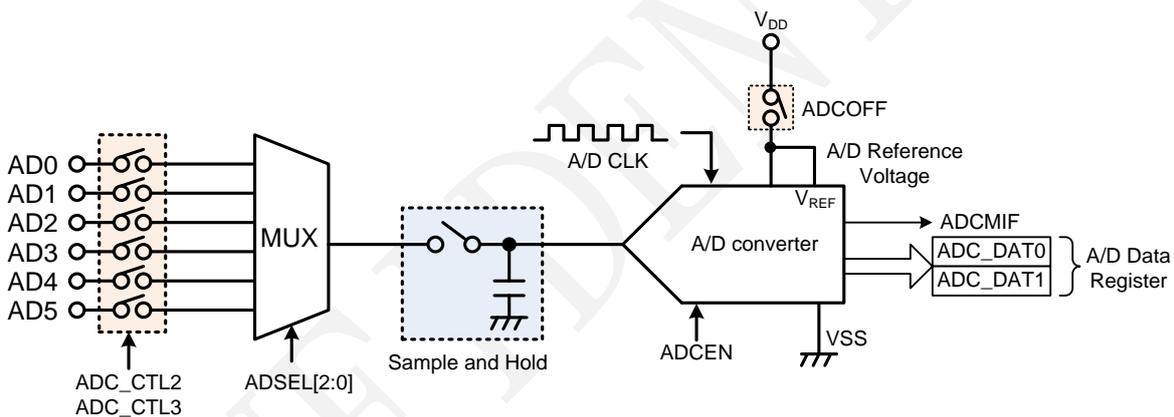


图16-1 TK18 ADC模块结构框图

ADCEN 信号控制开始模拟转换，ADCMIF 提示转换结束。设置 ADC_CTL1 寄存器中的 ADCMIF 位，并产生一个中断（如果 ADC 中断被允许）。

如图 16-1 为 TK18 A/D 电路方块图，其设定步骤如下：

1. 设定 ADC_CTL2 ~ ADC_CTL3 寄存器，设定有那些通道是要进行转换？
2. 设定 ADSEL[2:0]决定那个通道要先转换？
3. 将 ADCOFF = ADCINI = ADCMI = 1
4. 设定 ADCEN = 1，A/D 开始进行转换
5. 转换结束后，ADCMIF = 1，表示已经转换完毕，可以到 ADC_DAT0 & ADC_DAT1 将值读走

16.3 相关控制寄存器

ADC_CTL1 (地址: F035H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	ADWC3	ADWC2	ADWC1	ADWC0	---	ADCOFF	ADCINI	ADCMI
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	---	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-4 **ADWC3~ADWC0**: ADC 硬件模块使能到开始采样的延迟时间

0000: 0 个系统时钟(F_{SYS})的延迟时间 (默认值)

0001: 1 个系统时钟(F_{SYS})的延迟时间

:

1111: 15个系统时钟(F_{SYS})的延迟时间

bit3 保留位

bit2 **ADCOFF**: ADC 硬件模块电源关闭使能位

0: 不关闭 ADC 硬件模块电源 (默认值)

1: 关闭 ADC 硬件模块电源

bit1 **ADCINI**: ADC 硬件模块电源开启并初始化之使能位

0: 不开启 ADC 硬件模块电源 (默认值)

1: 开启 ADC 硬件模块电源并初始化模块

bit0 **ADCMI**: ADC 硬件模块中断允许控制位

要让 ADC 在转换动作完成时发出中断请求并能顺利响应中断, 除了要预先将 ADCI 位设置为“1”之外, 同时也要将此硬件模块中断允许位设置为“1”, 否则中断是无法响应的

0: 禁止 (默认值)

1: 开放

ADC_CTL2 (地址: F036H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	AD3EN	AD2EN	AD1EN	AD0EN	ADSEL2	ADSEL1	ADSEL0	ADCEN
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 **AD3EN**: AD3 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit6 **AD2EN**: AD2 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit5 **AD1EN**: AD1 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit4 **AD0EN**: AD0 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit3-1 **ADSEL2~ADSEL0:** ADC 通道选择寄存器

000: 0 选择AD0通道 (默认值)

001: 1 选择AD1通道

010: 2 选择AD2通道

011: 3 选择AD3通道

100: 4 选择AD4通道

101: 5 选择AD5通道

其他: 保留位

bit0 **ADCEN:** ADC 硬件模块采样使能位

当 ADC 的通道都配置好并启用，接着开启模块电源后，此位只要写“1”，ADC 即开始采样仿真数据

0: 关闭 (默认值)

1: 启用，ADC 开始采样模拟数据

ADC_PF (地址: F037H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	---	ADCMIF
读/写	---	---	---	---	---	---	---	R/W
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 1 保留位

bit0 **ADCMIF:** ADC 硬件模块中断标志位，此位写“1”可清除该标志位

0: 未触发

1: 触发

ADC_DAT0 (地址: F038H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	---	---	---	ADCD9	ADCD8
读/写	---	---	---	---	---	---	R/-	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 – 2 保留位

bit1-0 **ADCD9~ADCD8:** ADC 高字节数据寄存器，存放位 9~位 8 的采样数据

ADC_DAT1 (地址: F039H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	ADCD7	ADCD6	ADCD5	ADCD4	ADCD3	ADCD2	ADCD1	ADCD0
读/写	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/-	R/W	R/-
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7-0 **ADCD7~ADCD0:** ADC 低字节数据寄存器，存放位 7~位 0 的采样数据

ADC_CTL3 (地址: F03AH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	---	CHEN	---	---	AD5EN	AD4EN
读/写	---	---	---	R/W	---	---	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	1	0	0	0	0

bit7 - 2 保留位

bit4 **CHEN**: ADC 通道总开关使能位

0: 关闭 (此位若是设定为 0, 则所有通道关闭, 转换出来的值无效)

1: 启用 (默认值)

bit1 **AD5EN**: AD5 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit0 **AD4EN**: AD4 通道使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

17 电气特性

17.1 极限参数

符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
T _A	工作环境温度	-40	--	85	°C
T _{STG}	存储温度	-55	--	125	°C
VCC	直流供电电压	2.7	-	6.0	V
IDD	最大输入电流	--	--	200	mA
GND	电源接地	-0.3	0	0.3	V
ESD	Human Body Mode	--	--	8K	V
EFT	--	--	--	4K	V
CS	--	--	--	10	V

17.2 正常工作范围

符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
T _A	工作环境温度	-40	25	85	°C
VCC	直流供电电压	4.5	5.0	5.5	V
V _{IH1}	输入高电平电压	0.7VCC	--	VCC	V
V _{IH2}	输入低电平电压	0	--	0.3VCC	V

17.3 直流参数 (TA=25°C, LIRC= 32KHz)

符号	参数说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VCC	工作电压	--	2.7	-	5.5V	V
V _{POR}	复位电压值	--	1.9	2.1	2.3	V
I _{OP1}	工作电流@Normal Mode (F _{sys} =14 MHz, W/O ADC)	VCC = 5.0V	--	4.0	6.0	mA
		VCC = 3.3V	--	3.0	4.5	
R _{PH1}	端口上拉电阻值 (PUEN = 4.7KΩ)	VCC = 5.0V	1.8	3.0	4.0	KΩ
		VCC = 3.3V	2.7	4.5	6.3	
R _{PH2}	端口上拉电阻值 (PUEN = 40KΩ)	VCC = 5.0V	15.9	26.5	37.2	KΩ
		VCC = 3.3V	25.0	41.8	58.5	
I _{std}	静态电流@Sleep Mode (I/O 无负载, F _{sys} 停止)	VCC = 5.0V	---	120	180	μA
		VCC = 3.3V	---	100	150	

【续 1】

符号	参数说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL1}	输入低电平电压	VCC = 5.0V	-0.3	--	2.1	V
		VCC = 3.3V	-0.3	--	1.1	
V _{IH2}	输入高电平电压	VCC = 5.0V	--	3.49	5.3	V
		VCC = 3.3V	--	2.17	3.6	
I _{OL1}	通用 GPIO 及 COM 端口灌入电流 (关闭 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V, VOL = 0.7V	11.2	14	16.8	mA
		VCC = 3.3V VOL = 0.7V	8	10	12	
		VCC = 5.0V VOL = 0.4V	6.4	8	9.6	
		VCC = 3.3V VOL = 0.4V	4.8	6	7.2	
I _{OH1}	通用 GPIO 及 SEG 端口输出电流 (关闭 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V VOH = 4.5V	4	5	6	mA
		VCC = 3.3V VOH = 2.8V	3.2	4	4.8	
I _{OL2}	通用 GPIO 端口及 COM6 灌入电流 (启用 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V VOL = 0.7V	32	40	48	mA
		VCC = 3.3V VOL = 0.7V	28	35	42	
		VCC = 5.0V VOL = 0.4V	20	25	30	
		VCC = 3.3V VOL = 0.4V	17.6	22	26.4	
I _{OH2}	通用 GPIO 端口输出电流 (启用 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V VOH = 4.5V	15.2	19	22.8	mA
		VCC = 3.3V VOH = 2.8V	10.4	13	15.6	mA
I _{OL3}	COM0-COM5 端口灌入电流 (启用 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V VOL = 0.4V	117	146	175	mA
I _{OH3}	SEG0-SEG7 端口输出电流 (启用 GPIO 强驱动力控制)	VCC = 5.0V VOH = 4.5V	21.6	27	32.4	mA

17.4 交流参数 (TA = -40 ~ 85°C)

符号	参数说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
F _{HOSC}	高速内部 RC 振荡器频率	VCC = 4.5 ~ 5.5V	27.2	28.0	28.8	MHz
T _{SYSClk}	内部振荡器起震时间	VCC = 5V F _{sys} = 14MHz	--	--	1.5	μs

17.5 ADC 参数

符号	参数说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ADI}	供电电压		3.0	-	5.5	V
V_{AIN}	ADC 输入电压	$VCC=5V$	0.2	-	$VCC-0.2$	V
R_{ADC}	精度	$VCC=5V$	-	10	-	bit
D_{NL}	微分非线性误差	$VCC=5V$	-2	-	2	LSB
I_{NL}	积分非线性误差	$VCC=5V$	-8	-	8	LSB
E_{ADC}	总绝对误差	$VCC=5V$	-8	-	8	LSB
I_{ADC1}	ADC 转换电流 1	$VCC=5V, ADCCLK=1MHz$	-	-	1.5	mA
I_{ADC2}	ADC 转换电流 2	$VCC=3V, ADCCLK=1MHz$	-	-	1.0	mA
T_{ADC}	ADC 转换时间	$ADCCLK=1MHz$	-	-	15	μS

17.6 I²C 参数

符号	参数说明	标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
---	I ² C 从机总线速度	-	100K	-	400K	b/s
t_{HDSTR}	重复起始条件的保持时间	4.0	-	0.6	-	μS
t_{LOW}	SCL 时钟的低电平周期	4.7	-	1.3	-	μS
t_{HIGH}	SCL 时钟的高电平周期	4.0	-	0.6	-	μS
t_{HDDAT}	数据保持时间	0	3.45	0	0.9	μS
t_{SUDAT}	数据建立时间	250	-	100	-	nS
t_{SUSTP}	停止条件的建立时间	4.0	-	0.6	-	μS
t_{BUF}	停止和启动条件之间的总线空闲时间	4.7	-	1.3	-	μS
t_R	SCL 与 SDA 信号的上升时间	-	1	-	0.3	μS
t_F	SCL 与 SDA 信号的下降时间	-	0.3	-	0.3	μS

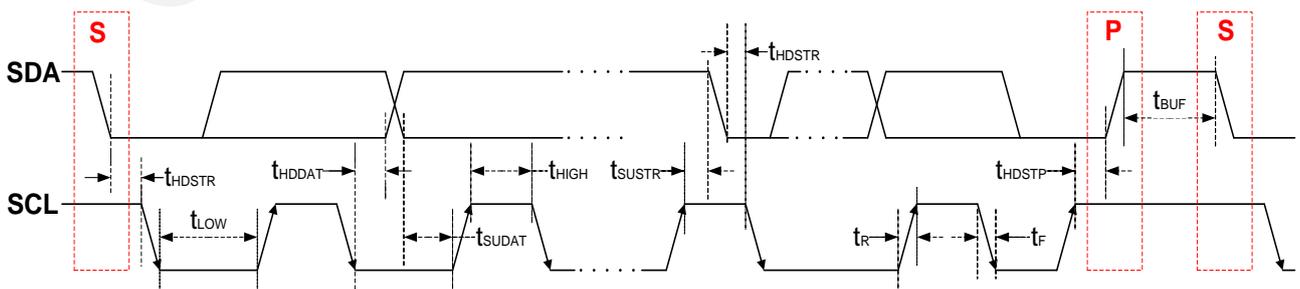


图17-1 I²C时序图

17.7 数据闪存 EEPROM (Data Flash)参数

符号	参数说明	最小值	典型值	最大值	单位
DF _{SIZE}	数据闪存(Data Flash)容量	-	128	-	Bytes
-	数据保存寿命 Data retention	-	10	-	Years
t _{WR}	写周期 (注一)	2.2	-	6	mS
N _{END}	擦写寿命 (注二)	100K	-	6.4M	Write Cycles

注一、每当调用 X-LIB 的 flash write API 函式时，所需要的写周期时间。

注二、擦写寿命与每次所使用到的数据闪存大小 DF_{USE} 有关，其计算公式如下：

$$N_{END} = [(DF_{SIZE}) / (DF_{USE} + 1)] * 100K$$

(假如 $63 < DF_{USE} < DF_{SIZE}$ ，则 $N_{END} = 100K$)

假设项目使用到的数据闪存大小 DF_{USE} = 1 byte，则擦写寿命 N_{END} 如下：

$$N_{END} = [(128) / (1 + 1)] * 100K = 6.4M \text{ write cycles}$$

注意：由于此数据闪存(Data Flash) 是 X-LIB 复用程序闪存(Flash ROM) 的空间来实现的，所以在 t_{WR}(写周期) 的期间，当 TK18 内核在专心处理闪存的硬件擦写时，程序计数器 PC 是停止运行的，故此时内核是无法及时处理外围硬件模块 (如 ADC、中断、TIMER、PWM) 运行的，用户要特别注意 t_{WR}(写周期) 期间的程序配置。

17.8 上电复位参数 (TA=25°C, VCC = 5V)

符号	参数说明	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{PORS}	复位电压值	-	1.9	2.1	2.3	V
T _{POR_MIN}	掉电后再次上电的低电平时间	F _{SYS} = 14MHz	1.0	-	-	mS
T _{POR_RST}	复位到正常工作模式的转换时间	F _{SYS} = 14MHz	250	-	-	mS

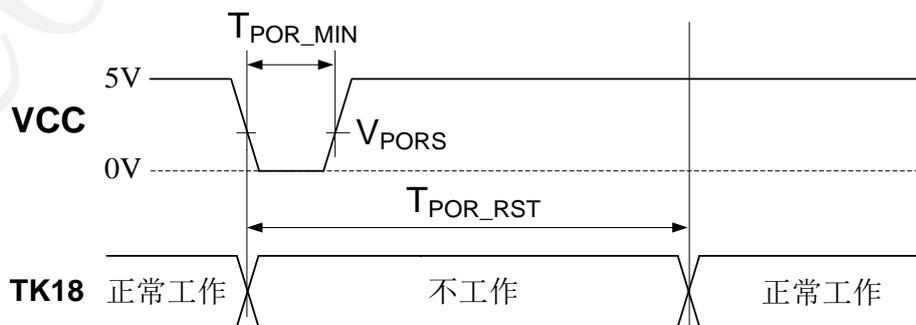
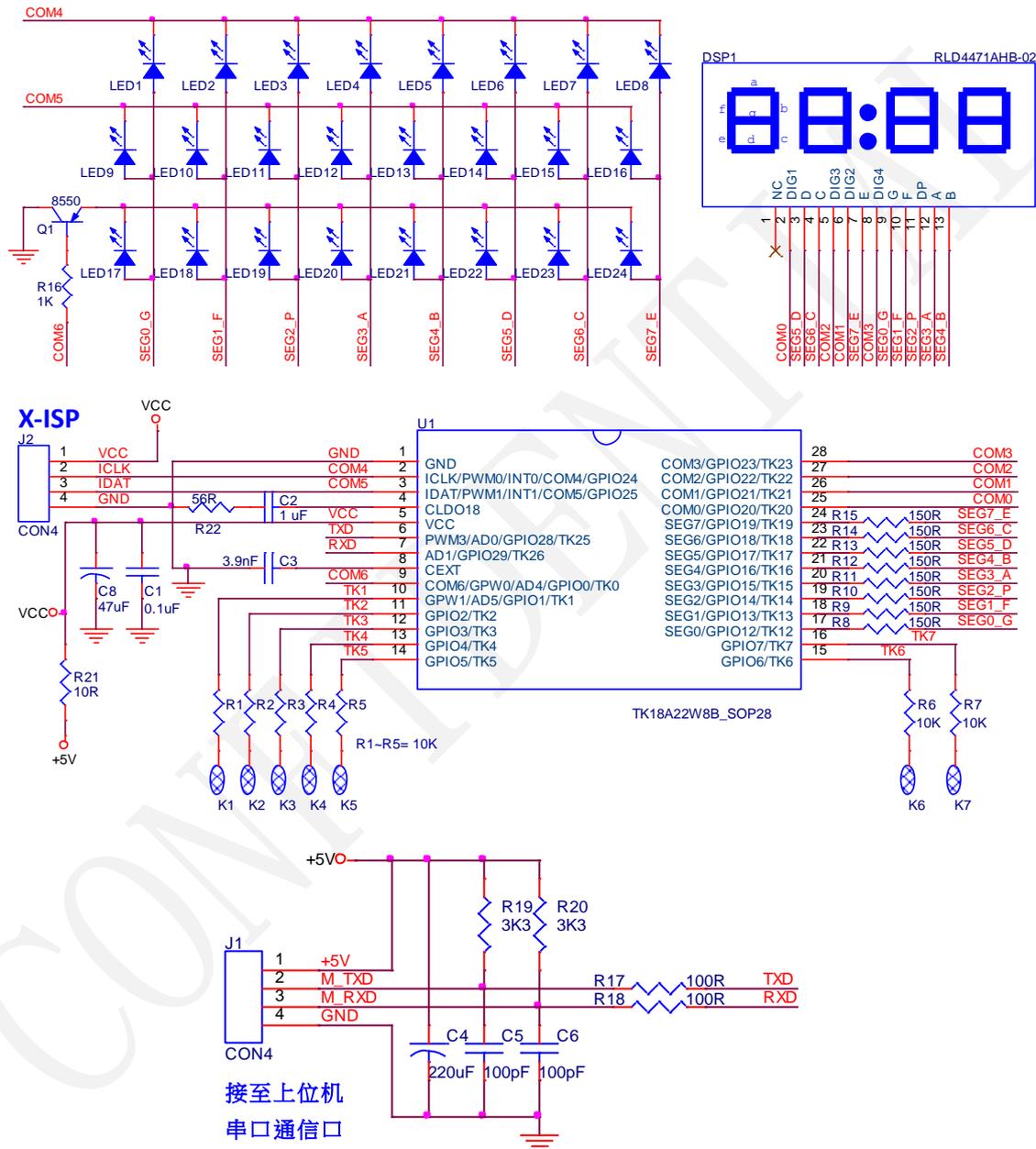


图17-2 复位时序图

18 应用电路

18.1 参考应用电路

以下应用是 TK18A22 28SOP 当下位机，并透过 UART TXD/RXD 与上位机做通信，下位机实现的功能为：UART 串口通信、7TK、7COM x 8SEG LED 驱动。

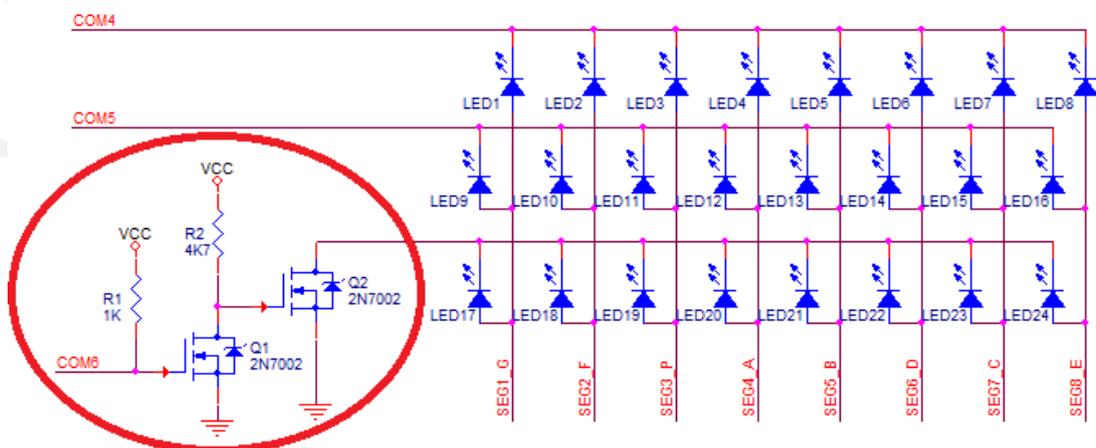


注意: J2 是用来与 X-ISP 调试工具连接的接口，并不属于此项目功能的一部份，但在应用上可先预留焊盘，以提供日后的调试使用。

18.2 电路元器件参数说明

组件编号	范围值	建议值	说明
R1~R7	3.3K~10KΩ	10KΩ	TK1~TK7 触摸按键保护电阻，此电阻越大抗干扰能力越好 (但灵敏度会相对降低) 用户可依实际要求来选用此电阻值
R8~R15	0~330Ω	150Ω	SEG 驱动限流电阻，用户可依实际亮度需求来选用此电阻值，但由于 SEG 的电流并不是恒定电流输出，故当不接限流电阻(即 0Ω)时，用户要注意 LED 亮度不均匀的问题!
R16	1KΩ	1KΩ	Q1 的限流电阻
R17~R18	0~1KΩ	100Ω	串口通信脚限流保护电阻，用户可依实际通信速度之要求来选用此电阻值
R19~R20	3.3K~10KΩ	3.3KΩ	串口通信脚上拉电阻，用户可依实际通信速度之要求来选用此电阻值
R21	0~10Ω	10Ω	芯片输入电源限流保护电阻
R22	0~100Ω	56Ω	提升抗干扰能力
C1	0.1μF	0.1μF	芯片滤波电容 (可用贴片)
C2	1μF	1μF	芯片内部 1.8V 稳压电容 (可用贴片)
C3	3.9nF	3.9nF	参考电容输入脚 (此电容须使用 10% 高精度的 NPO 或 X7R 材质的贴片电容)
C4	100~220μF	220μF	输入电源稳压电解电容
C5~C6	100~470pF	100pF	串口通信脚滤波电容 (可用贴片)，用户可依实际通信速度之要求来选用此电容值
C7	22~47μF	47μF	芯片电源稳压电解电容
Q1	8550/PNP	8550	COM6 驱动用三级管

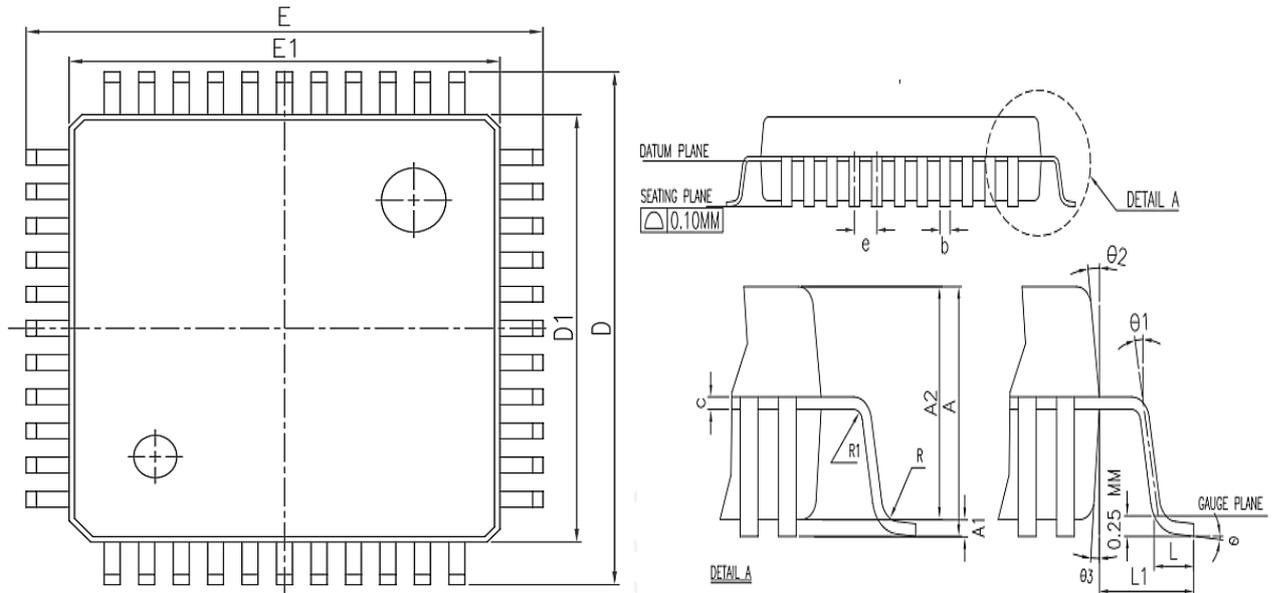
- 说明：1. 以上的参考电路是用于抗干扰能力要求较高的应用，如果用户不要求抗干扰能力的话，R1~R7 用 3.3KΩ、R17/R18/R21 可不接直接短路、C5~C7 可不接。
2. 由于 COM6 端口并无大电流驱动能力故需要外接 1 颗 PNP 三极管来驱动，用三极管在成本上会较便宜，但由于三极管在导通时 V_{EC} 是有较大压差的，故如果不希望影响 COM6 所驱动的 LED 亮度，可考虑用以下红框内的接法来，用 2 颗 N-MOS 管来改善：



19 封装信息

19.1 外形尺寸

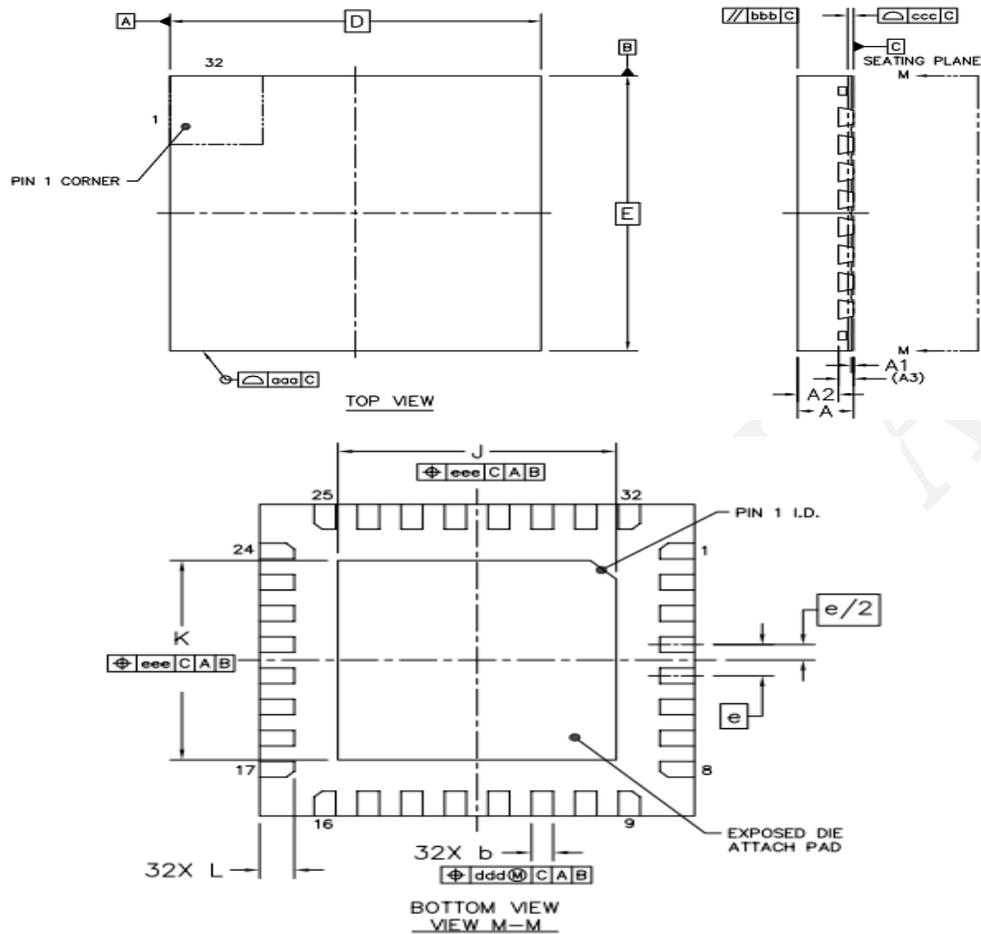
44-LQFP



SYMBOL	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	---	---	1.60	---	---	0.063
A1	0.05	---	0.15	0.002	---	0.006
A2	1.35	1.40	1.45	0.053	0.055	0.057
b	0.30	0.35	0.40	0.012	0.014	0.016
c	0.09	---	0.16	0.004	---	0.006
e	0.80 BASIC			0.031 BASIC		
D	12.00 BASIC			0.472 BASIC		
D1	10.00 BASIC			0.394 BASIC		
E	12.00 BASIC			0.472 BASIC		
E1	10.00 BASIC			0.394 BASIC		
L	0.45	0.60	0.75	0.018	0.024	0.030
L1	1.00 REF			0.039 REF		
R1	0.08	---	---	0.003	---	---
R	0.08	---	0.20	0.003	---	0.008
θ	0°	3.5°	7°	0°	3.5°	7°
θ	0°	---	---	0°	---	---
θ	11°	12°	13°	11°	12°	13°
θ	11°	12°	13°	11°	12°	13°
JEDEC	MS-026 (BCB)					

图19-1 44-LQFP外形尺寸图

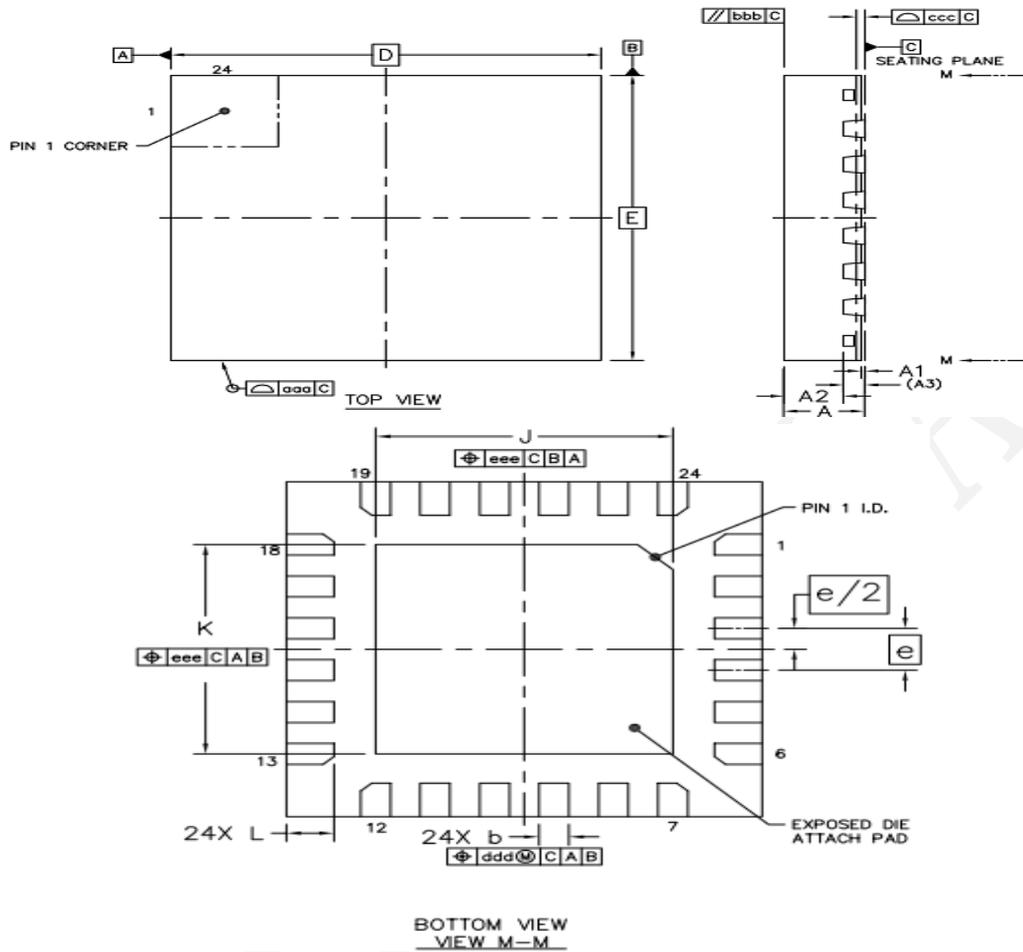
32-QFN



		SYMBOL	DIMENSION IN MM		
			MIN.	NOM.	MAX.
TOTAL THICKNESS		A	0.7	0.75	0.8
STAND OFF		A1	0	0.035	0.05
MOLD THICKNESS		A2	---	0.55	0.57
L/F THICKNESS		A3	0.203 REF		
LEAD WIDTH		b	0.2	0.25	0.3
BODY SIZE	X	D	5 BASIC		
	Y	E	5 BASIC		
LEAD PITCH		e	0.5 BASIC		
EP SIZE	X	J	3.1	3.2	3.3
	Y	K	3.1	3.2	3.3
LEAD LENGTH		L	0.35	0.4	0.45
PACKAGE EDGE TOLERANCE		aaa	0.1		
MOLD FLATNESS		bbb	0.1		
COPLANARITY		ccc	0.08		
LEAD OFFSET		ddd	0.1		
EXPOSED PAD OFFSET		eee	0.1		

图19-2 32-QFN外形尺寸图

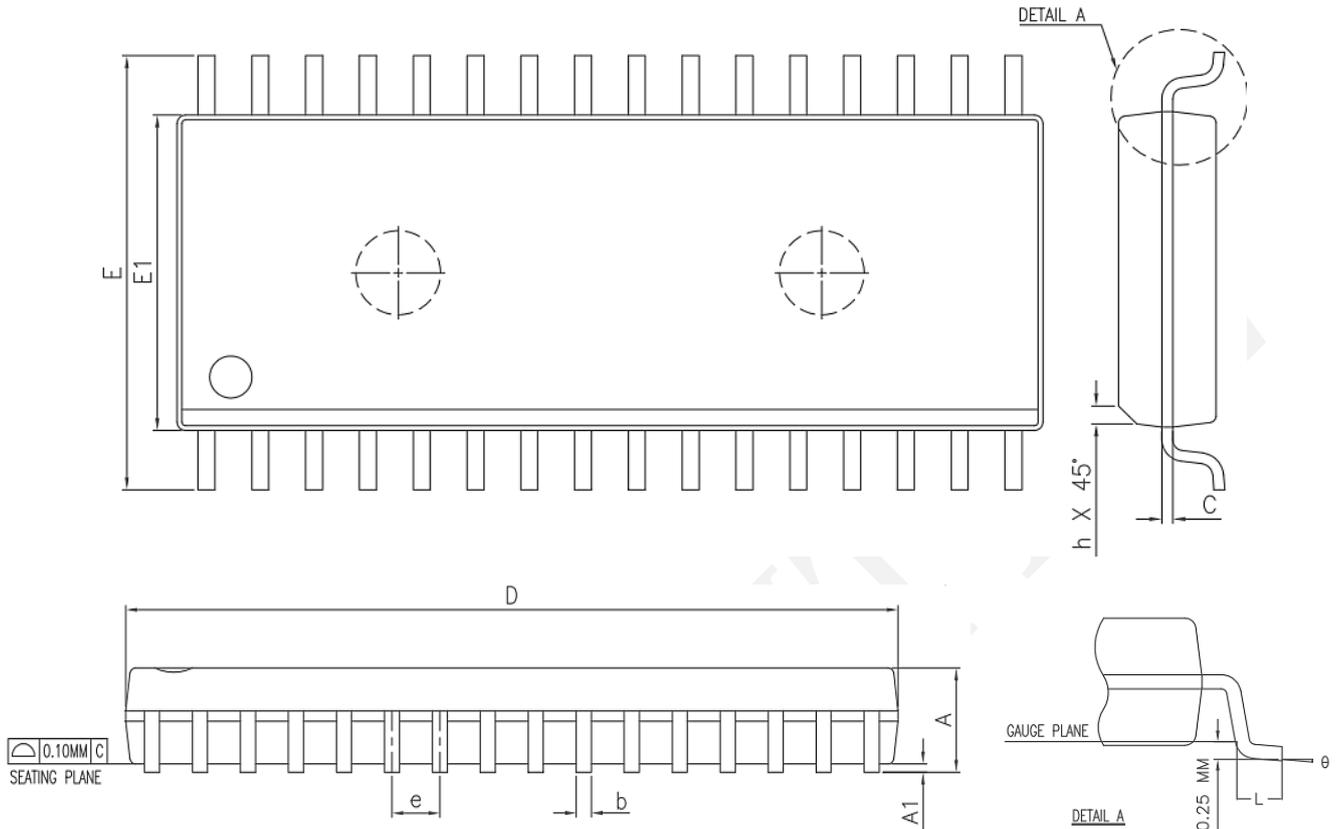
24-QFN



	SYMBOL	DIMENSION IN MM			
		MIN.	NOM.	MAX.	
TOTAL THICKNESS	A	0.7	0.75	0.8	
STAND OFF	A1	0	0.035	0.05	
MOLD THICKNESS	A2	---	0.55	0.57	
L/F THICKNESS	A3	0.203 REF			
LEAD WIDTH	b	0.2	0.25	0.3	
BODY SIZE	X	D	4 BASIC		
	Y	E	4 BASIC		
LEAD PITCH	e	0.5 BASIC			
EP SIZE	X	J	2.4	2.5	2.6
	Y	K	2.4	2.5	2.6
LEAD LENGTH	L	0.35	0.4	0.45	
PACKAGE EDGE TOLERANCE	aaa	0.1			
MOLD FLATNESS	bbb	0.1			
COPLANARITY	ccc	0.08			
LEAD OFFSET	ddd	0.1			
EXPOSED PAD OFFSET	eee	0.1			

图19-3 24-QFN外形尺寸图

20/24/28/32-SOP(300mil)

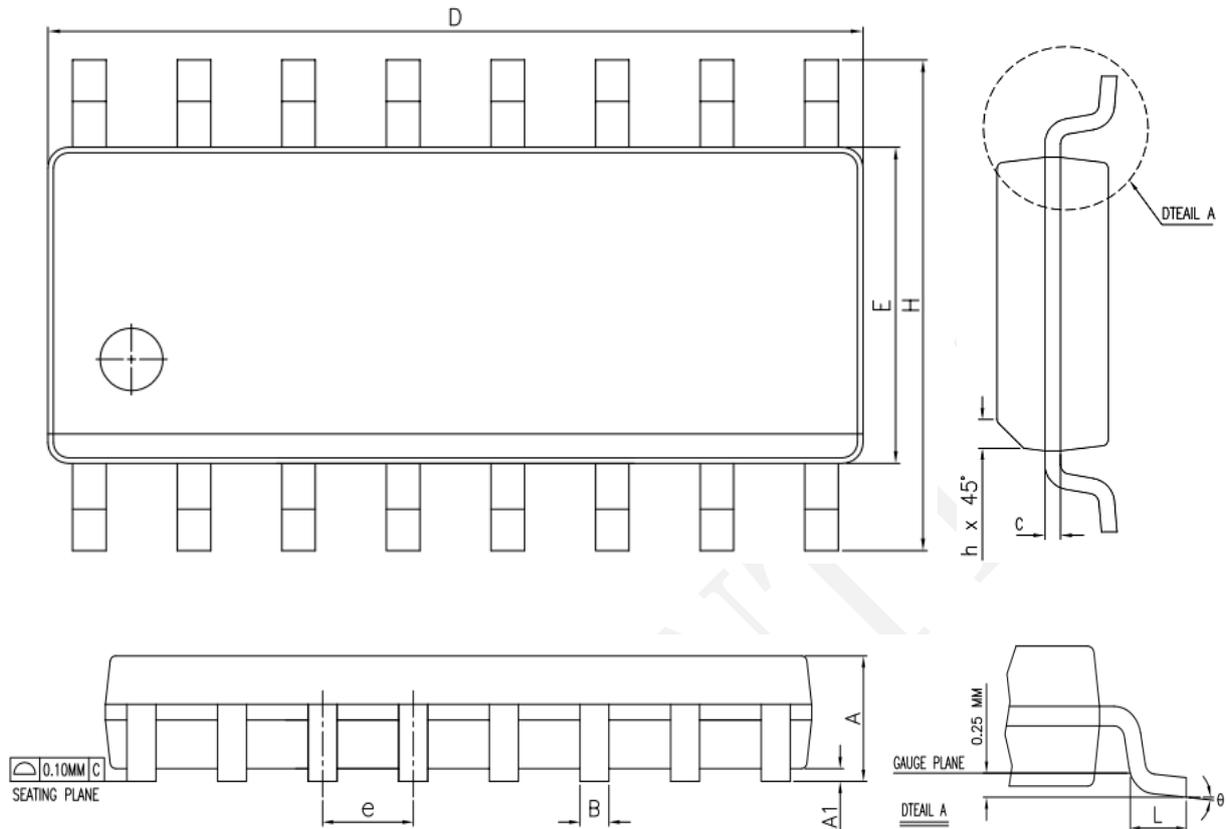


SYMBOL	DIMENSION IN MM		DIMENSION IN INCH	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	2.35	2.65	0.0926	0.1043
A1	0.10	0.30	0.0040	0.0118
b	0.33	0.51	0.013	0.020
c	0.23	0.32	0.0091	0.0125
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
E1	7.40	7.60	0.2914	0.2992
E	10.00	10.65	0.394	0.419
L	0.40	1.27	0.016	0.050
h	0.25	0.75	0.010	0.029
θ	0°	8°	0°	8°

N	D DIMENSION IN MM		D DIMENSION IN INCH		JEDEC
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
20	12.60	13.00	0.4961	0.5118	MS-013(AC)
24	15.20	15.60	0.5985	0.6141	MS-013(AD)
28	17.70	18.10	0.6969	0.7125	MS-013(AE)
32	20.32	20.73	0.8000	0.8160	MS-013

图 19-4 20/24/28/32-SOP 外形尺寸图

16-NSOP(150mil)



SYMBOL	DIMENSION IN MM		DIMENSION IN INCH	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	1.35	1.75	0.0532	0.0688
A1	0.10	0.25	0.0040	0.0098
B	0.33	0.51	0.0130	0.0200
C	0.19	0.25	0.0075	0.0098
e	1.27 BASIC		0.050 BASIC	
D	9.80	10.00	0.3859	0.3937
H	5.80	6.20	0.2284	0.2440
E	3.80	4.00	0.1497	0.1574
L	0.40	1.27	0.0160	0.0500
h	0.25	0.50	0.0099	0.0196
θ	0°	8°	0°	8°
JEDEC	MS-012(AC)			

图19-5 16-NSOP外形尺寸图

19.2 手工焊接温度限制

产品编号	封装	焊接温度和时间的典型值
TK18A26W2B	SOP32	350°C, 3~5sec
TK18A22W8B	SOP28	
TK18A18W4B	SOP24	
TK18A14W0B	SOP20	
TK18A28Q4B	LQFP44	350°C, 3~5sec
TK18A26U2B	QFN32	285°C, 3~5sec
TK18A18U4B	QFN24	
TK18A10W6B	NSOP16	350°C, 3~5sec

19.3 产品型号说明

产品编号	封装尺寸	无铅工艺	状态
TK18A26W2B	32-SOP 300mil	无铅	量产
TK18A22W8B	28-SOP 300mil		
TK18A18W4B	24-SOP 300mil		
TK18A14W0B	20-SOP 300mil		
TK18A28Q4B	44-LQFP 10mm x 10mm x 1.6mm		
TK18A26U2B	32-QFN 5mm x 5mm x 0.75mm		
TK18A18U4B	24-QFN 4mm x 4mm x 0.75mm		
TK18A10W6B	16-NSOP 150mil		

19.4 工艺技术数据

序号	工艺要求项目	备注					
1	元器件管脚材料及表面涂层	锡					
2	元器件基体材料及材料的CTE	封装	塑封料		导电胶		单位
			C1	C2	C1	C2	
		LQFP44	9	35	50	130	ppm/°C
		QFN32	9	35	80	200	ppm/°C
		SOP32	9	35	50	130	ppm/°C
		SOP28	8	32	80	200	ppm/°C
		QFN24	9	35	80	200	ppm/°C
		SOP24	8	32	80	200	ppm/°C
		SOP20	8	32	80	200	ppm/°C
NSOP16	9	35	50	130	ppm/°C		
3	元器件的共面度QFP	< 0.076mm					
4	工作温度	一般情况下在室温环境下					
5	焊接温度要求（预热、烘烤、焊接包括最高焊接温度及能承受的返修次数）	260°C（+0，-5）/3time					
6	焊料的要求，焊接工艺曲线	说明见下，遵照Jedec规范 J-STD-020D					
7	耐热要求	< 260°C					
8	外形尺寸及重量要求	封装	外形尺寸 (单位: mm)			重量 (单位g)	
			长	宽	高		
		LQFP44	10	10	1.4	0.36	
		QFN32	5	5	0.75	0.063	
		SOP32	20.53	7.5	2.5	0.89	
		SOP28	17.9	7.5	2.5	0.78	
		QFN24	4	4	0.75	0.031	
		SOP24	15.4	7.5	2.5	0.66	
		SOP20	12.8	7.5	2.5	0.55	
NSOP16	9.9	3.9	1.55	0.15			
9	潮湿敏感度等级	MSL3					
10	静电敏感度等级	HBM : ≤8000 V					
11	器件包装及存储期限	1年，拆开密封包装后168小时，环境温度 < 30°C，湿度60% RH					

回焊温度曲线

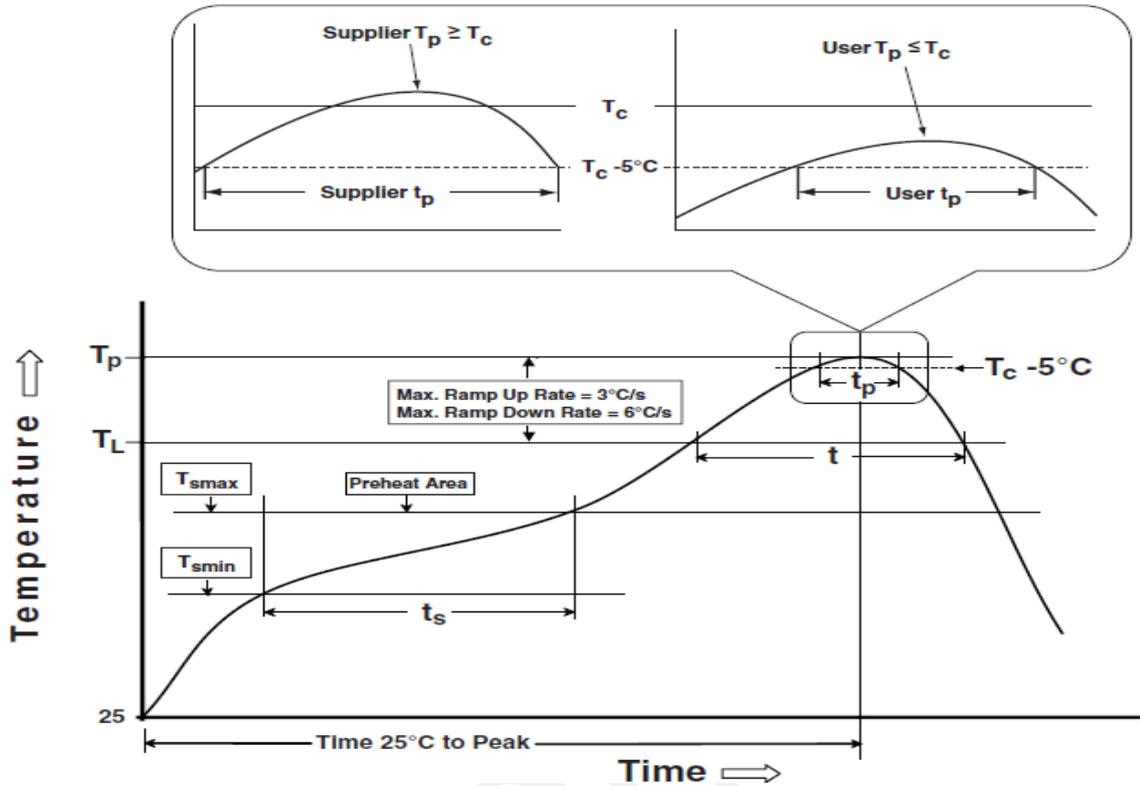


图 19-7 回焊温度曲线图

回焊温度分布

温度分布特色	无铅焊料
平均斜升速率 (T1到T _p)	最大值 3°C/秒
预加热/浸湿 - 温度 Min (T _s min) - 温度 Max (T _s max) - 时间 (T _s min 到 T _s max)	150°C 200°C 60~120秒
被维持的时间: - 温度 (T _L) - 时间 (t _L)	217°C 60~150秒
尖峰/分类温度 (t _P) 5°C以内的时间	如表一
实际尖峰温度 (t _P) 5°C以内的时间	30秒
斜降速率	最大值 6°C/秒
25°C 到尖峰温度的时间	最大值 8分钟

表一、无铅焊料过程 - 封装的回焊温度

封装厚度	体积 mm3 < 350	体积 mm3 350-2000	体积 mm3 > 2000
<1.6mm	260+0°C	260+0°C	260+0°C
1.6mm-2.5mm	260+0°C	250+0°C	245+0°C
≥2.5mm	250+0°C	245+0°C	245+0°C

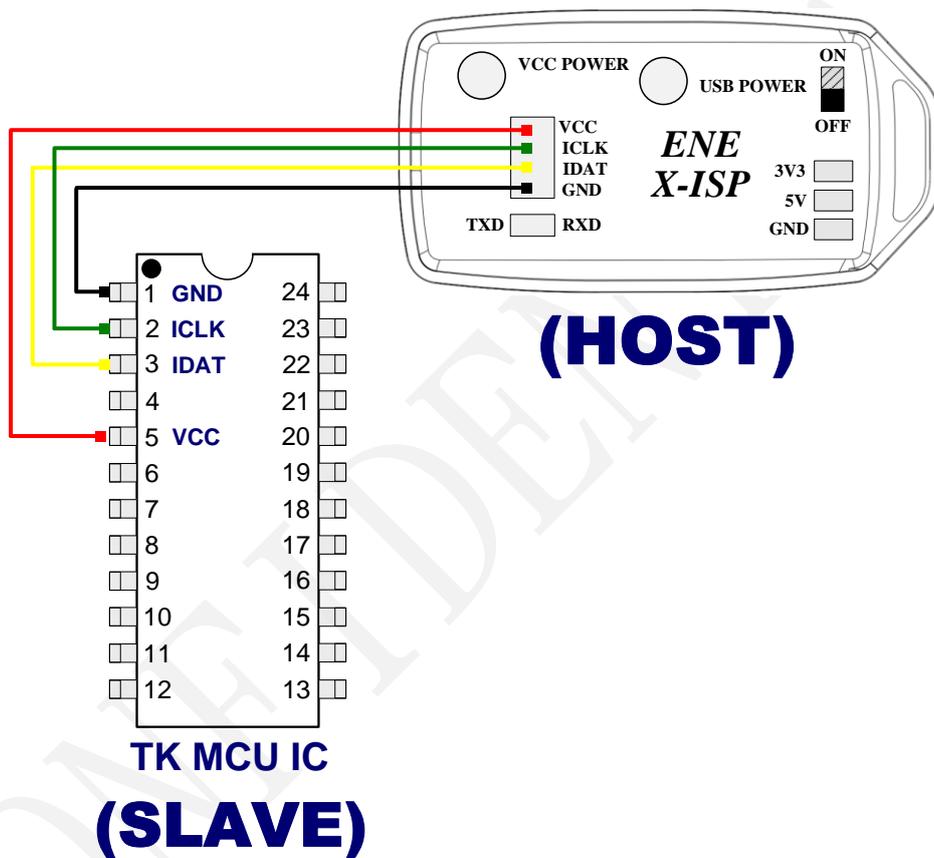
表 19-1 无铅焊料过程 - 封装的回焊温度表

CONFIDENTIAL

附录 1 ISP (In-System Programming)介绍

概述

TK18 提供了 1 通道的 ISP 串口通信，此通信协议是用标准的硬件 SMB 总线协议，其端口分别为 ICLK 及 IDAT，而透过 ISP 通信的四线 (即 VCC、ICLK、IDAT 及 GND) 就可以直接对 TK18 芯片做到『在线系统更新 ISP』、『在线电路更新 ICP』及『在线 TK 信号调试』的三大大功能，以下为 TK18 的 ISP 通信口的应用接法：



图附录1-1 ISP标准应用接法图

说明：图附录 1-1 是下位机 TK MCU IC 透过 ISP 通信与上位机 X-ISP 工具的标准应用接法，当然，下位机的 ISP 引出口可以是直接由裸片 IC 也可以是由已焊在电路板上的 IC 引脚引出来；而上位机除了可以接 ene 的 X-ISP 工具之外，也可以接 X-WRITER。

注意：由于 ICLK 及 IDAT 是复用芯片的 GPIO 引脚，而当该复用的 GPIO 脚同时被用来驱动或控制其他周边 (如 LED COM, BUZZER, Relay 等...)时，就有可能会影响 ICLK 及 IDAT 的高低电平而造成 ISP 无法通信；如果发生此问题时，请用户先将 GPIO 脚连接的周边硬件断开后再做 ISP 通信。

相关控制寄存器

I2C_S_ADDR (地址: F002H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	I2CS_ADDR: I2S device address							I2CRW
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/-
复位初值	1	0	0	0	0	0	0	0

bit7-1 **I2C_S_ADDR**: I²C 从机装置与 ISP 的 SMB 从机地址寄存器 (默认值为 1000000)

bit0 **I2CRW**: I²C 总线读/写标志位

0: 写

1: 读

I2C_S_CTRL (地址: F003H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	I2CSEN	ISPEN	---	---	---	---
读/写	---	---	R/W	R/W	---	---	---	---
复位初值	0	0	0	1	0	1	0	1

bit7-6 保留位

bit5 **I2CSEN**: I²C 从机装置使能位

0: 关闭 (默认值)

1: 启用

bit4 **ISPEN**: ISP 的 SMB 从机装置使能位

0: 关闭

1: 启用 (默认值)

bit3-0 保留位

说明: TK18 ISP 的 SMB 总线地址寄存器与 I²C 从机装置的地址寄存器是同一个 (即 I2C_S_ADDR), 所以当 TK18 系统在运行时, 两者只能择一而用, 不能同时使能; 每次 TK18 上电复位后, 默认是 ISP 的 SMB 总线使能, 而 I²C 从机装置是关闭的, 如果用户在上电复位系统进入正常工作模式后要启用 I²C 从机装置时, 记得要关闭 ISP 的 SMB 装置。

ISPCLK_MUX (地址: F00EH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	ISPCLK_MUX: select a GPIO for ICLK input.					
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	1	1	0	0	0

bit7-6 保留位

bit5-0 **ISPCLK_MUX**: ISP 串口通信之 ICLK 通道之端口选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为ICLK通道的输入口

000001: 选择GPIO1端口为ICLK通道的输入口

:

:

100000: 选择GPIO24端口为ICLK通道的输入口 (默认值)

:

:

100011: 选择GPIO35端口为ICLK通道的输入口

其它: 保留位

ISPDAT_MUX (地址: F00FH)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	---	---	ISPDAT_MUX: select a GPIO for IDAT input.					
读/写	---	---	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位初值	0	0	0	1	1	0	0	1

bit7-6 保留位

bit5-0 **ISPDAT_MUX**: ISP 串口通信之 IDAT 通道之端口选择寄存器 (范围值为 0~35)

000000: 选择GPIO0端口为IDAT通道的输入口

000001: 选择GPIO1端口为IDAT通道的输入口

:

:

100001: 选择GPIO25端口为IDAT通道的输入口 (默认值)

:

:

100011: 选择GPIO35端口为IDAT通道的输入口

其它: 保留位

说明: TK18 芯片默认的 ICLK 通道在 GPIO24 及 IDAT 通道在 GPIO25 这 2 支引脚, 但用户依实际项目应用仍可以透过『ISPCLK_MUX』及『ISPDAT_MUX』这 2 个寄存器的设置将该引脚功能映射至任意的 GPIO 口来动作。
(注意: 不可将 ICLK 及 IDAT 端口配置在一起)

使用方法及注意事项

TK18 透过 ISP 的 SMB 总线所提供的『在线系统更新 ISP』、『在线电路更新 ICP』及『在线 TK 信号调试』等功能的具体应用方法及实现, 请分别参考 X-ANA、X-ISP 及 X-WRITER 的用户参考手册。

附录 2 程序自定义功能寄存器

TK18 提供了 1 字节的『程序自定义功能寄存器』(地址为 F018H)，此寄存器的作用主要是提供用户一个可自行定义使用且有固定地址的 8 位标志位，其寄存器的配置如下：

FWREG (地址: F018H)

位编号	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
符号	FWREG7	FWREG6	FWREG5	FWREG4	FWREG3	FWREG2	FWREG1	FWREG0
读/写	R/W							
复位初值	0	0	0	0	0	0	0	0

bit7 - 0 **FWREG7~FWREG0**: 程序自定义功能标志位

注意: TK18 的有一些寄存器是系统固件运行所使用的，并不对用户开放，所以不会特别在此用户参考手册中说明，用户如果使用到了 ene 所提供的库文件或软件包时，请不要任意的更动这些固件寄存器，以免造成系统运行不正常。

附录 3 指令集

下表是 8051 所支持的汇编指令

OpCode: in Hexadecimal format and \ (b) means Binary.

Byte: stands for byte number of the instruction.

Cycle: stands for number of cycle needed to complete the instruction.

Arithmetic				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
ADD A, #data	24	2	2	Add immediate data to Accumulator
ADD A, direct	25	2	2	Add direct byte to Accumulator
ADD A, @ R _N	26~27	1	2	Add indirect RAM to Accumulator (@R0~R1, OP 0x26~0x27)
ADD A, R _N	28~2F	1	2	Add register to Accumulator (R0~R7, OP 0x28~0x2F)
ADDC A, #data	34	2	2	Add immediate data to Accumulator with Carry
ADDC A, direct	35	2	2	Add direct byte to Accumulator with Carry
ADDC A, @ R _N	36~37	1	2	Add indirect RAM to Accumulator with Carry (@R0~R1, OP 0x26~0x27)
ADDC A, R _N	38~3F	1	2	Add register to Accumulator with Carry (R0~R7, OP 0x38~0x3F)
SUBB A, #data	94	2	2	Subtract immediate data from ACC with Borrow
SUBB A, direct	95	2	2	Subtract direct byte from ACC with Borrow
SUBB A, @ R _N	96~97	1	2	Subtract indirect RAM from ACC with Borrow (R0~R1, OP 0x96~0x97)
SUBB A, R _N	98~9F	1	2	Subtract register from Accumulator with Borrow (R0~R7, OP 0x98~0x9F)
INC A	04	1	2	Increment Accumulator
INC direct	05	2	2	Increment direct byte
INC @ R _N	06~07	1	2	Increment indirect RAM (R0~R1, OP 0x06~0x07)
INC R _N	08~0F	1	2	Increment Register (R0~R7, OP 0x08~0x0F)
DEC A	14	1	2	Decrement Accumulator
DEC direct	15	2	2	Decrement direct byte
DEC @ R _N	16~17	1	2	Decrement indirect RAM (R0~R1, OP 0x16~0x17)
DEC R _N	18~1F	1	2	Decrement Register (R0~R7, OP 0x18~0x1F)
INC DPTR	A3	1	2	Increment Data Pointer
MUL AB	A4	1	2	Multiply A & B
DIV AB	84	1	2	Divide A by B
DA A	D4	1	2	Decimal Adjust Accumulator

Logic & Byte Operation				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
ANL direct, A	52	2	2	AND Accumulator to direct byte
ANL direct, #data	53	3	2	AND immediate data to direct byte
ANL A, #data	54	2	2	AND immediate data to Accumulator
ANL A, direct	55	2	2	AND direct byte to Accumulator
ANL A, @ R _N	56~57	1	2	AND indirect RAM to Accumulator (R0~R1, OP 0x56~0x57)
ANL A, R _N	58~58	1	2	AND Register to Accumulator (R0~R7, OP 0x58~0x5F)
ORL direct, A	42	2	2	OR Accumulator to direct byte
ORL direct, #data	43	3	2	OR immediate data to direct byte
ORL A, #data	44	2	2	OR immediate data to Accumulator
ORL A, direct	45	2	2	OR direct byte to Accumulator
ORL A, @ R _N	46~47	1	2	OR indirect RAM to Accumulator (R0~R1, OP 0x46~0x47)
ORL A, R _N	48~4F	1	2	OR Register to Accumulator (R0~R7, OP 0x48~0x4F)
XRL direct, A	62	2	2	XOR Accumulator to direct byte
XRL direct, #data	63	3	2	XOR immediate data to direct byte
XRL A, #data	64	2	2	XOR immediate data to Accumulator
XRL A, direct	65	2	2	XOR direct byte to Accumulator
XRL A, @ R _N	66~67	1	2	XOR indirect RAM to Accumulator (R0~R1, OP 0x66~0x67)
XRL A, R _N	68~6F	1	2	XOR Register to Accumulator (R0~R7, OP 0x68~0x6F)
CLR A	E4	1	2	Clear Accumulator
CPL A	F4	1	2	Complement Accumulator
RL A	23	1	2	Left rotate Accumulator
RLC A	33	1	2	Left rotate Accumulator through Carry
RR A	03	1	2	Right rotate Accumulator
RRC A	13	1	2	Right rotate Accumulator through Carry
SWAP A	C4	1	2	Swap Accumulator Nibbles

Data Movement				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
MOV A, R _N	E8~EF	1	2	Move Register to Accumulator (R0~R7, OP 0xE8~0xEF)
MOV A, direct	E5	2	2	Move direct byte to Accumulator
MOV A, @ R _N	E6~E7	1	2	Move indirect RAM to Accumulator (R0~R1, OP 0xE6~0xE7)
MOV A, #data	74	2	2	Move immediate data to Accumulator
MOV R _N , A	F8~FF	1	2	Move Accumulator to Register (R0~R7, OP 0xF8~0xFF)
MOV R _N , direct	A8~AF	2	2	Move direct byte to Register (R0~R7, OP 0xA8~0xAF)
MOV R _N , #data	78~7F	2	2	Move immediate data to Register (R0~R7, OP 0x78~0x7F)
MOV direct, A	F5	2	2	Move Accumulator to direct byte
MOV direct, @ R _N	86~87	2	2	Move indirect RAM to direct byte (R0~R1, OP 0x86~0x87)
MOV direct, R _N	88~8F	2	2	Move Register to direct byte (R0~R7, OP 0x88~0x8F)
MOV direct, #data	75	3	2	Move immediate data to direct byte
MOV direct, direct	85	3	2	Move direct byte to direct byte
MOV @ R _N , direct	A6~A7	2	2	Move direct byte to indirect RAM (R0~R1, OP 0xA6~0xA7)
MOV @ R _N , A	F6~F7	1	2	Move Accumulator to indirect RAM (R0~R1, OP 0xF6~0xF7)
MOV @ R _N , #data	76~77	2	2	Move immediate to indirect RAM (R0~R1, OP 0x76~0x77)
MOV DPTR,#data16	90	3	2	Load Data Pointer with a 16bit constant
MOVC A,@ A+PC	83	1	>33	Move Code byte relative to PC to Accumulator
MOVC A,@ A+DPTR	93	1	>33	Move Code byte relative to DPTR to Accumulator
MOVX A, @ DPTR	E0	1	>=5	Move External RAM to Accumulator
MOVX A, @ R _N	E2~E3	1	>=5	Move External RAM to Accumulator (R0~R1, OP 0xE2~0xE3)
MOVX @ DPTR, A	F0	1	>=4	Move Accumulator to External RAM
MOVX @ R _N , A	F2~F3	1	>=4	Move Accumulator to External RAM (R0~R1, OP 0xF2~0xF3)
POP direct	D0	2	2	POP direct byte from Stack
PUSH direct	C0	2	2	Push direct byte to Stack
XCH A, direct	C5	2	2	Exchange direct byte with Accumulator
XCH A, @ R _N	C6~C7	1	2	Exchange indirect RAM with Accumulator (R0~R1, OP 0xC6~0xC7)
XCH A, R _N	C8~CF	1	2	Exchange Register with Accumulator (R0~R7, OP 0xC8~0xCF)
XCHD A, @ R _N	D6~D7	1	2	Exchange low order nibble of indirect RAM with Accumulator (R0~R1, OP 0xD6~0xD7)

Bit Operation				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
SETB bit	D2	2	2	Set direct bit
SETB C	D3	1	2	Set Carry
CLR bit	C2	2	2	Clear direct bit
CLR C	C3	1	2	Clear Carry
CPL bit	B2	2	2	Complement direct bit
CPL C	B3	1	2	Complement Carry
ANL C, bit	82	2	2	AND direct bit to Carry
ANL C, /bit	B0	2	2	AND complement of direct bit to Carry
ORL C, bit	72	2	2	OR direct bit to Carry
ORL C, /bit	A0	2	2	OR complement of direct bit to Carry
MOV C, bit	92	2	2	Move direct bit to Carry
MOV bit, C	A2	2	2	Move Carry to direct bit
JC relative	40	2	2	Jump if Carry is set
JNC relative	50	2	2	Jump if Carry is NOT set
JB bit, relative	20	3	2	Jump if direct bit is set
JBC bit, relative	10	3	2	Jump if direct bit is set & clear bit
JNB bit, relative	30	3	2	Jump if direct bit is NOT set

Program Branching				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
ACALL address11	bbb1 0001	2	3	Absolute sub-routine call
AJMP address11	bbb0 0001	2	2	Absolute jump
LCALL address16	12	3	3	Long sub-routine call
LJMP address16	02	3	2	Long jump
SJMP relative	80	2	2	Short jump (relative address)
JMP @ A+DPTR	73	1	2	Jump indirect relative to the DPTR
JNZ relative	70	2	2	Jump if Accumulator is NOT zero
JZ relative	60	2	2	Jump if Accumulator is zero
CJNE A, #data, relative	B4	3	2	Compare immediate to Accumulator and Jump if NOT equal
CJNE A, direct, relative	B5	3	2	Compare direct byte to Accumulator and Jump if NOT equal
CJNE @R _N , #data, relative	B6~B7	3	2	Compare immediate to indirect and Jump if NOT equal (R0~R1, OP 0xB6~0xB7)
CJNE R _N , #data, relative	B8~BF	3	2	Compare immediate to Register and Jump if NOT equal (R0~R7, OP 0xB8~0xBF)
DJNZ direct, relative	D5	3	2	Decrement direct byte and Jump if NOT zero
DJNZ R _N , relative	D8~DF	2	2	Decrement register and Jump if NOT zero (R0~R7, OP 0xD8~0xDF)
RET	22	1	3	Return from sub-routine
RETI	32	1	3	Return form interrupt

Special Instruction				
Mnemonic	OP code	Byte	Cycle	Description
NOP	00	1	2	No Operation