

SH77P1651/1652

Preliminary

10位ADC + LCD的增强型8051微控制器

1 特性

- 基于8051指令流水线结构的8位单片机
- OTP ROM :
 - 4K*8bit 烧写4次
 - 8K*8bit 烧写2次
 - 16K*8bit 烧写1次
- RAM: 内部256字节, 外部286字节
- 工作电压: 1.8V - 3.6V
- 振荡器(代码选项):
 - 晶体谐振器: 32.768kHz
 - 内部振荡器: 内建 RC=32kHz
 - 内部振荡器: 内建 RC =4MHz
- 46个CMOS双向I/O端口
- 1个可选的开漏极I/O端口
- I/O内建上拉电阻
- 2个16位定时器/计数器: T2, T3
- 1个8位脉冲宽度调制PWM1
- 1个遥控载波发生器
- 3个I/O灌电流达20mA, 可作LCD背光驱动端口
- 1个I/O灌电流达500mA, 可作为遥控载波驱动端口
- 7通道10位模数转换器(ADC), 内建数字比较功能
(SH77P1651无ADC功能)
- 1个增强型EUART
- 中断源:
 - 外部中断4: 8输入
 - 定时器2, 3
 - PWM1, REM
 - ADC, EUART, SCM
- LCD 驱动器(支持电容和电阻型):
 - 4 x 30 段 (1/4 占空比, 1/3 偏压)
 - 5 x 29 段 (1/5 占空比, 1/3 偏压)
- 低电压复位LVR功能
- CPU机器周期:
 - 1个振荡周期
- 看门狗定时器(WDT)
- 预热计数器
- 支持省电运行模式:
 - 空闲模式
 - 掉电模式
- 封装:
 - SH77P1651提供TQFP48 Pin封装
 - SH77P1652提供TQFP48 Pin封装和chip form

2 概述

SH77P1651/SH77P1652是一种高速高效率8051可相容单片机。在同样振荡频率下, 较之传统的8051芯片它有着运行更快速的优越特性。

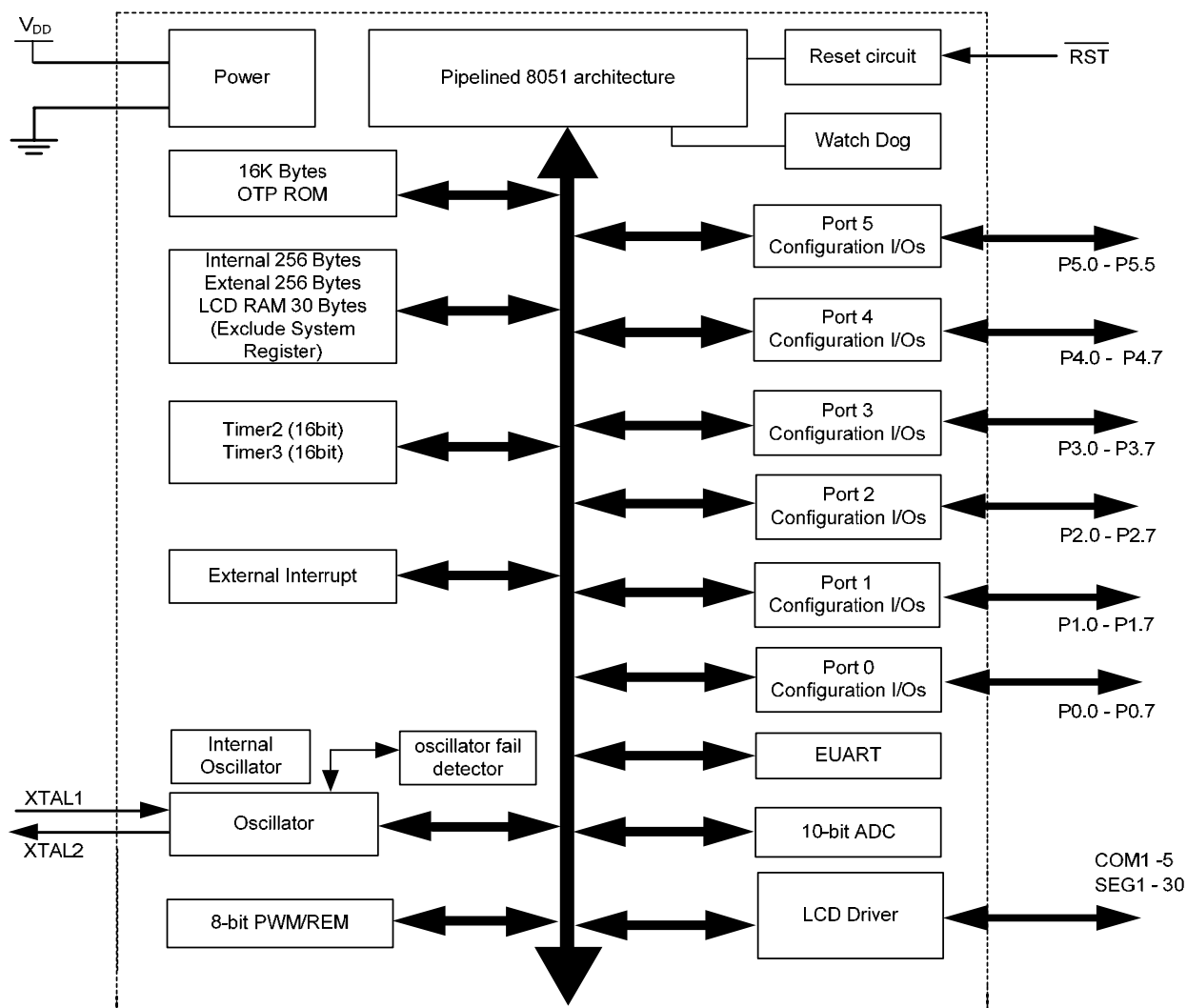
SH77P1651/SH77P1652保留了标准8051芯片的大部分特性。这些特性包括内置512字节RAM, 1个UART和1个外部中断(8路输入)。

SH77P1651/SH77P1652不仅集成了如UART等标准通讯模块, 此外还集成了LCD驱动器, 内建LCD电压稳定电路, 内建电容型偏压电路和电阻型偏压电路, 一个PWM等模块。

为了达到高可靠性和低功耗, SH77P1651/SH77P1652内建看门狗定时器, 低电压复位功能及系统时钟监控功能。此外SH77P1651/SH77P1652还提供了2种低功耗省电模式。



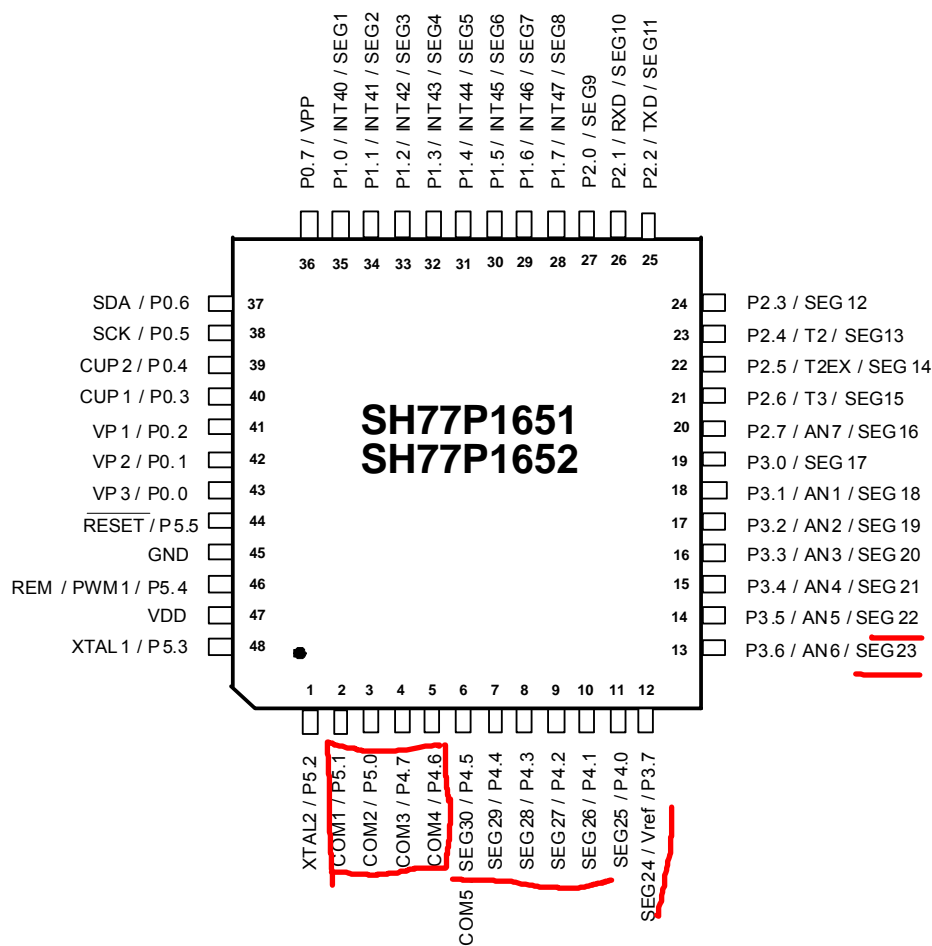
3 方框图



注：SH77P1651没有ADC功能。



4 引脚配置



引脚配置图

总计：48引脚。

注意：

引脚命名中，写在最外侧的引脚功能具有最高优先级，最内侧的引脚功能具有最低优先级（参见引脚配置图）。当一个引脚被高优先级的功能占用时，即使低优先级功能被允许，也不能作为低优先级功能的引脚。只有当软件禁止引脚的高优先级功能，相应引脚才能被释放作为低优先级端口使用。

SH77P1651没有ADC功能。

**4.1 引脚功能**

引脚编号	引脚命名	默认功能	引脚编号	引脚命名	默认功能
1	XTAL2 / P5.2	P5.2	25	SEG11 / TXD / P2.2	P2.2
2	COM1 / P5.1	P5.1	26	SEG10 / RXD / P2.1	P2.1
3	COM2 / P5.0	P5.0	27	SEG9 / P2.0	P2.0
4	COM3 / P4.7	P4.7	28	SEG8 / INT47 / P1.7	P1.7
5	COM4 / P4.6	P4.6	29	SEG7 / INT46 / P1.6	P1.6
6	COM5 / SEG30 / P4.5	P4.5	30	SEG6 / INT45 / P1.5	P1.5
7	SEG29 / P4.4	P4.4	31	SEG5 / INT44 / P1.4	P1.4
8	SEG28 / P4.3	P4.3	32	SEG4 / INT43 / P1.3	P1.3
9	SEG27 / P4.2	P4.2	33	SEG3 / INT42 / P1.2	P1.2
10	SEG26 / P4.1	P4.1	34	SEG2 / INT41 / P1.1	P1.1
11	SEG25 / P4.0	P4.0	35	SEG1 / INT40 / P1.0	P1.0
12	SEG24 / Vref / P3.7	P3.7	36	VPP / P0.7	P0.7
13	SEG23 / AN6 / P3.6	P3.6	37	SDA / P0.6	P0.6
14	SEG22 / AN5 / P3.5	P3.5	38	SCK / P0.5	P0.5
15	SEG21 / AN4 / P3.4	P3.4	39	CUP2 / P0.4	P0.4
16	SEG20 / AN3 / P3.3	P3.3	40	CUP1 / P0.3	P0.3
17	SEG19 / AN2 / P3.2	P3.2	41	VP1 / P0.2	P0.2
18	SEG18 / AN1 / P3.1	P3.1	42	VP2 / P0.1	P0.1
19	SEG17 / P3.0	P3.0	43	VP3 / P0.0	P0.0
20	SEG16 / AN7 / P2.7	P2.7	*44	$\overline{\text{RESET}}$ / P5.5	$\overline{\text{RESET}}$
21	SEG15 / T3 / P2.6	P2.6	45	GND	GND
22	SEG14 / T2EX / P2.5	P2.5	46	REM / PWM1 / P5.4	P5.4
23	SEG13 / T2 / P2.4	P2.4	47	VDD	VDD
24	SEG12 / P2.3	P2.3	48	XTAL1 / P5.3	P5.3

*：该端口作为N-通道的开漏



4.2 引脚描述

Pin	Type	Description
PORT		
P0.0 – P0.7	I/O	8位双向I/O端口
P1.0 – P1.7	I/O	8位双向I/O端口
P2.0 – P2.7	I/O	8位双向I/O端口
P3.0 – P3.7	I/O	8位双向I/O端口
P4.0 – P4.7	I/O	8位双向I/O端口
P5.0 – P5.5	I/O	6位双向I/O端口
Timer		
T2	I/O	Timer2外部输入
T2EX	I	Timer2重载/捕捉/方向控制
T3	I/O	Timer3外部输入
EUART		
RXD	I/O	EUART数据输入/输出引脚
TXD	O	EUART数据输出引脚
ADC		
AN1-AN7	I	ADC输入通道 (SH77P1651无此功能。)
Vref	I	ADC外部基准电压输入 (SH77P1651无此功能。)
PWM		
PWM1	O	PWM1输出引脚
REM		
REM	O	遥控载波发生器
LCD		
COM1 - COM4/5	O	LCD Com信号输出脚
SEG1 – SEG30/29	O	LCD Segment信号输出脚
LCD 电容型驱动器		
CUP1	P	连接LCD 偏置电容器
CUP2	P	连接LCD 偏置电容器
VP3	P	LCD 电源引脚
VP2	P	LCD 电源引脚
VP1	P	LCD 电源引脚
中断、复位、时钟、电源		
INT40 – INT47	I	外部中断40-47
RESET	I	该引脚上保持10us以上的低电平，CPU将复位。由于有内建30kΩ上拉电阻连接到VDD，所以仅接一个外部电容即可实现上电复位。
XTAL1	I	低频振荡器输入
XTAL2	O	低频振荡器输出
GND	P	数字地
VDD	P	电源
编程接口		
VDD	P	编程电源引脚 (+3.3V)
VPP	P	编程高压电源引脚 (+7.5V)
GND	P	接地引脚
SCK	I	编程时钟输入引脚

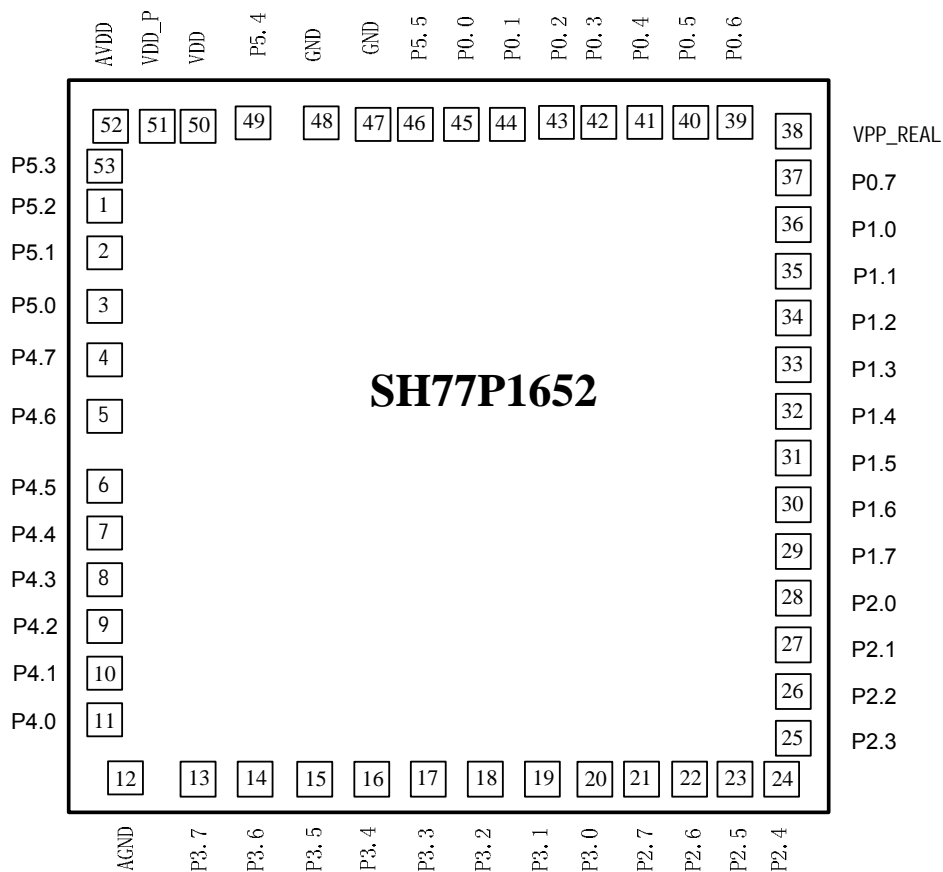


SH77P1651/1652

SDA	I/O	编程数据引脚
注意： 当P0.5，P0.6，P0.7作为调试接口时，I/O功能被禁止。		



5 PAD 配置





SH77P1651/1652

PAD编号	PAD命名	默认功能	PAD编号	PAD命名	默认功能
1	P5.2	P5.2	28	P2.0	P2.0
2	P5.1	P5.1	29	P1.7	P1.7
3	P5.0	P5.0	30	P1.6	P1.6
4	P4.7	P4.7	31	P1.5	P1.5
5	P4.6	P4.6	32	P1.4	P1.4
6	P4.5	P4.5	33	P1.3	P1.3
7	P4.4	P4.4	34	P1.2	P1.2
8	P4.3	P4.3	35	P1.1	P1.1
9	P4.2	P4.2	36	P1.0	P1.0
10	P4.1	P4.1	37	P0.7	P0.7
11	P4.0	P4.0	38	VPP_REAL	-----
12	AGND	GND	39	P0.6	P0.6
13	P3.7	P3.7	40	P0.5	P0.5
14	P3.6	P3.6	41	P0.4	P0.4
15	P3.5	P3.5	42	P0.3	P0.3
16	P3.4	P3.4	43	P0.2	P0.2
17	P3.3	P3.3	*44	P0.1	P0.1
18	P3.2	P3.2	45	P0.0	P0.0
19	P3.1	P3.1	46	P5.5	P5.5
20	P3.0	P3.0	47	GND	GND
21	P2.7	P2.7	48	GND	GND
22	P2.6	P2.6	49	P5.4	P5.4
23	P2.5	P2.5	50	VDD	VDD
24	P2.4	P2.4	51	VDD_P	VDD
25	P2.3	P2.3	52	AVDD	VDD
26	P2.2	P2.2	53		
27	P2.1	P2.1			

*: 不使用的PAD



SH77P1651/1652

6 产品信息

Part Num	RAM (byte)	Flash (byte)	EUART	ADC (10bit)	PWM (8bit)	Timer	ExINT	Internal RC	IO	Package
SH77P1651	512+30	8K	1	-	1	2	8	±2%	46	TQFP48
SH77P1652	512+30	8K	1	7	1	2	8	±2%	46	TQFP48/ chip form

**7 SFR 映射**

SH77P1651/SH77P1652内置256字节的直接寻址寄存器,包括通用数据存储器 and 特殊功能内存(SFR),SFR有以下几种:

CPU内核寄存器:	<u>ACC</u> , <u>B</u> , <u>PSW</u> , <u>SP</u> , <u>DPL</u> , <u>DPH</u>
CPU增强内核寄存器:	AUXC, DPL1, DPH1, INSCON, XPAGE
电源和时钟控制寄存器:	PCON, SUSLO
数据存储页寄存器:	XPAGE
OTP访问控制寄存器:	<u>OTPCON</u>
硬件看门狗定时器寄存器:	<u>RSTSTAT</u>
系统时钟控制寄存器:	<u>CLKCON</u>
中断系统寄存器:	IEN0, IEN1, EXF0, EXF1, IPH0, IPL0, IPH1, IPL1, IENC
I/O端口寄存器:	P0, P1, P2, P3, P4, P5; P0CR, P1CR, P2CR, P3CR, P4CR, P5CR; P0PCR, P1PCR, P2PCR, P3PCR, P4PCR, P5PCR
定时器寄存器:	T2CON, T2MOD, TL2, TH2, <u>RCAP2L</u> , <u>RCAP2H</u> , <u>T3CON</u> , <u>TL3</u> , <u>TH3</u>
EUART寄存器:	<u>SCON</u> , <u>SBUF</u> , <u>SADEN</u> , <u>SADDR</u> , <u>PCON</u> , <u>SBRTH</u> , <u>SBRTL</u> , <u>SFINE</u>
ADC寄存器:	ADCON, ADCON1, ADT, ADCH, ADDL, ADDH
LCD寄存器:	LCDCON, P1SS, P2SS, P3SS, P4SS, P5SS, LCDCON1
PWM寄存器:	PWM1CON, PWM1P, PWM1D
REM寄存器:	<u>REMCON</u> , <u>REMNUMH</u> , <u>REMNUML</u>



SH77P1651/1652

Table 6. 1 CPU Core SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ACC	E0h	累加器	00000000	ACC.7	ACC.6	ACC.5	ACC.4	ACC.3	ACC.2	ACC.1	ACC.0
B	F0h	B寄存器	00000000	B.7	B.6	B.5	B.4	B.3	B.2	B.1	B.0
AUXC	F1h	AUXC寄存器	00000000	C.7	C.6	C.5	C.4	C.3	C.2	C.1	C.0
PSW	D0h	程序状态字	00000000	C	AC	F0	RS1	RS0	OV	F1	P
SP	81h	堆栈指针	00000111	SP.7	SP.6	SP.5	SP.4	SP.3	SP.2	SP.1	SP.0
DPL	82h	数据指针1低位字节	00000000	DPL0.7	DPL0.6	DPL0.5	DPL0.4	DPL0.3	DPL0.2	DPL0.1	DPL0.0
DPH	83h	数据指针1高位字节	00000000	DPH0.7	DPH0.6	DPH0.5	DPH0.4	DPH0.3	DPH0.2	DPH0.1	DPH0.0
DPL1	84h	数据指针2低位字节	00000000	DPL1.7	DPL1.6	DPL1.5	DPL1.4	DPL1.3	DPL1.2	DPL1.1	DPL1.0
DPH1	85h	数据指针2高位字节	00000000	DPH1.7	DPH1.6	DPH1.5	DPH1.4	DPH1.3	DPH1.2	DPH1.1	DPH1.0
INSCON	86h	数据指针选择	----00-0	-	-	-	-	DIV	MUL	-	DPS

Table 6. 2 数据存储页SFR

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
XPAGE	F7h	数据存储页寄存器	-----0	-	-	-	-	-	-	-	XPAGE.0

Table 6. 3 电源时钟控制SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PCON	87h	电源控制	00--0000	SMOD	SSTAT	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
SUSLO	8Eh	电源控制保护字	00000000	SUSLO.7	SUSLO.6	SUSLO.5	SUSLO.4	SUSLO.3	SUSLO.2	SUSLO.1	SUSLO.0

Table 6. 4 OTP访问控制SFR

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
OTPCON	B7h	OTP访问控制寄存器	-----0	-	-	-	-	-	-	-	FAC

Table 6. 5 WDT SFR

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RSTSTA T	B1h	看门狗定时器控制寄存器	0-000000	WDOF	-	PORF	LVRF	CLRF	WDT.2	WDT.1	WDT.0



SH77P1651/1652

Table 6. 6 时钟控制SFR

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
CLKCON	B2h	系统时钟选择	111000--	32K_SPDU P	CLKS1	CLKS0	SCMIF	HFON	FS	-	-

Table 6. 7 中断SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IEN0	A8h	中断允许控制0	0000---0	EA	EADC	ET2	ES	-	-	-	-
IEN1	A9h	中断允许控制1	0000000-	ESCM	EPWM1	-	ET3	EX4	-	EREM	-
IPL0	B8h	中断优先权控制低位0	-000---0	-	PADCL	PT2L	PS0L	-	-	-	-
IPH0	B4h	中断优先权控制高位0	-000---0	-	PADCH	PT2H	PS0H	-	-	-	-
IPL1	B9h	中断优先权控制低位1	0000000-	PSCML	PPWM1L	-	PT3L	PX4L	-	PREML	-
IPH1	B5h	中断优先权控制高位1	0000000-	PSCMH	PPWM1L	-	PT3H	PX4L	-	PREMH	-
EXF0	E8h	外部中断2, 3寄存器	0000--0-	IT4.1	IT4.0	IT3.1	IT3.0	-	-	IE3	-
IENC	BAh	外部中断4通道选择	00000000	EXS47	EXS46	EXS45	EXS44	EXS43	EXS42	EXS41	EXS40
EXF1	D8h	外部中断4标志位	00000000	IF47	IF46	IF45	IF44	IF43	IF42	IF41	IF40

Table 6. 8 端口SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0	80h	8位端口0	00000000	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
P1	90h	8位端口1	00000000	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
P2	A0h	8位端口2	00000000	P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
P3	B0h	8位端口3	00000000	P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0
P4	C0h	8位端口4	00000000	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	P4.3	P4.2	P4.1	P4.0
P5	F8h	8位端口5	--000000	-	-	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0



SH77P1651/1652

续上表

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0CR	E1h	端口0输入/输出方向控制	-0000000	P0CR.7	P0CR.6	P0CR.5	P0CR.4	P0CR.3	P0CR.2	P0CR.1	P0CR.0
P1CR	E2h	端口1输入/输出方向控制	00000000	P1CR.7	P1CR.6	P1CR.5	P1CR.4	P1CR.3	P1CR.2	P1CR.1	P1CR.0
P2CR	E3h	端口2输入/输出方向控制	00000000	P2CR.7	P2CR.6	P2CR.5	P2CR.4	P2CR.3	P2CR.2	P2CR.1	P2CR.0
P3CR	E4h	端口3输入/输出方向控制	00000000	P3CR.7	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	P3CR.3	P3CR.2	P3CR.1	P3CR.0
P4CR	E5h	端口4输入/输出方向控制	00000000	P4CR.7	P4CR.6	P4CR.5	P4CR.4	P4CR.3	P4CR.2	P4CR.1	P4CR.0
P5CR	E6h	端口5输入/输出方向控制	--000000	-	-	P5CR.5	P5CR.4	P5CR.3	P5CR.2	P5CR.1	P5CR.0

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0PCR	E9h	端口0内部上拉允许	-0000000	-	P0PCR.6	P0PCR.5	P0PCR.4	P0PCR.3	P0PCR.2	P0PCR.1	P0PCR.0
P1PCR	EAh	端口1内部上拉允许	00000000	P1PCR.7	P1PCR.6	P1PCR.5	P1PCR.4	P1PCR.3	P1PCR.2	P1PCR.1	P1PCR.0
P2PCR	EBh	端口2内部上拉允许	00000000	P2PCR.7	P2PCR.6	P2PCR.5	P2PCR.4	P2PCR.3	P2PCR.2	P2PCR.1	P2PCR.0
P3PCR	ECh	端口3内部上拉允许	00000000	P3PCR.7	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	P3PCR.3	P3PCR.2	P3PCR.1	P3PCR.0
P4PCR	EDh	端口4内部上拉允许	00000000	P4PCR.7	P4PCR.6	P4PCR.5	P4PCR.4	P4PCR.3	P4PCR.2	P4PCR.1	P4PCR.0
P5PCR	EEh	端口5内部上拉允许	--000000	-	-	P5PCR.5	P5PCR.4	P5PCR.3	P5PCR.2	P5PCR.1	P5PCR.0



SH77P1651/1652

Table 6. 9 定时器SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
T2CON	C8h	定时器/计数器2控制	00--0000	TF2	EXF2	-	-	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
T2MOD	C9h	定时器/计数器2模式	0----00	TCLKP2	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN
RCAP2L	CAh	定时器/计数器2重载/截获低位字节	00000000	RCAP2L.7	RCAP2L.6	RCAP2L.5	RCAP2L.4	RCAP2L.3	RCAP2L.2	RCAP2L.1	RCAP2L.0
RCAP2H	CBh	定时器/计数器2重载/截获高位字节	00000000	RCAP2H.7	RCAP2H.6	RCAP2H.5	RCAP2H.4	RCAP2H.3	RCAP2H.2	RCAP2H.1	RCAP2H.0
TL2	CCh	定时器/计数器2低位字节	00000000	TL2.7	TL2.6	TL2.5	TL2.4	TL2.3	TL2.2	TL2.1	TL2.0
TH2	CDh	定时器/计数器2高位字节	00000000	TH2.7	TH2.6	TH2.5	TH2.4	TH2.3	TH2.2	TH2.1	TH2.0
T3CON	CEh	定时器/计数器3控制	0-00-000	TF3	-	T3PS1	T3PS0	-	TR3	T3CLKS1	T3CLKS0
TL3	F2h	定时器/计数器3低位字节	00000000	TL3.7	TL3.6	TL3.5	TL3.4	TL3.3	TL3.2	TL3.1	TL3.0
TH3	F3h	定时器/计数器3高位字节	00000000	TH3.7	TH3.6	TH3.5	TH3.4	TH3.3	TH3.2	TH3.1	TH3.0

Table 6. 10 EUART SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SCON	98h	<u>串行控制</u>	00000000	SM0/FE	SM1/RXOV	SM2/TXCOL	REN	TB8	RB8	TI	RI
SBUF	99h	<u>串行数据缓冲器</u>	00000000	SBUF.7	SBUF.6	SBUF.5	SBUF.4	SBUF.3	SBUF.2	SBUF.1	SBUF.0
SADDR	9Ah	<u>从属地址</u>	00000000	SADDR.7	SADDR.6	SADDR.5	SADDR.4	SADDR.3	SADDR.2	SADDR.1	SADDR.0
SADEN	9Bh	<u>从属地址屏蔽</u>	00000000	SADEN.7	SADEN.6	SADEN.5	SADEN.4	SADEN.3	SADEN.2	SADEN.1	SADEN.0
PCON	87h	<u>电源和串行控制</u>	00-00000	SMOD	SSTAT	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
SBRTH	9Ch	<u>EUART波特率发生器寄存器</u>	00000000	SBRTEN	SBRT.14	SBRT.13	SBRT.12	SBRT.11	SBRT.10	SBRT.9	SBRT.8
SBRTL	9Dh	<u>EUART波特率发生器寄存器</u>	00000000	SBRT.7	SBRT.6	SBRT.5	SBRT.4	SBRT.3	SBRT.2	SBRT.1	SBRT.0
SFINE	9Eh	<u>EUART波特率发生器微调寄存器</u>	----0000	-	-	-	-	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0



SH77P1651/1652

Table 6. 11 ADC SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADCON	93h	ADC控制	00000000	ADON	ADCIF	EC	RENC	SCH2	SCH1	SCH0	GO/DONE
ADCON1	8Fh	ADC控制寄存器1	0-----	RGON	-	-	-	-	-	-	-
ADT	94h	ADC时间配置	000-0000	TADC2	TADC1	TADC0	-	TS3	TS2	TS1	TS0
ADCH	95h	ADC通道选择	00000000	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1	-
ADDL	96h	ADC数据低位字节	-----00	-	-	-	-	-	-	A1	A0
ADDH	97h	ADC数据高位字节	00000000	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2

Table 6. 12 LCD SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LCDCON1	AAh	LCD控制1	0-00-000	PUMPON	-	FCCTL1	FCCTL0	-	RLCD	MOD1	MOD0
LCDCON	ABh	LCD控制	00-0-000	LCDON	LCDSEL	-	DUTY	-	VOL2	VOL1	VOL0
P1SS	ADh	P1功能选择	00000000	P1S7	P1S6	P1S5	P1S4	P1S3	P1S2	P1S1	P1S0
P2SS	BBh	P2功能选择	00000000	P2S7	P2S6	P2S5	P2S4	P2S3	P2S2	P2S1	P2S0
P3SS	BCh	P3功能选择	00000000	P3S7	P3S6	P3S5	P3S4	P3S3	P3S2	P3S1	P3S0
P4SS	BDh	P4功能选择	00000000	P4S7	P4S6	P4S5	P4S4	P4S3	P4S2	P4S1	P4S0
P5SS	BEh	P5功能选择	-----00	-	-	-	-	-	-	P5S1	P5S0



SH77P1651/1652

Table 6. 13 PWM SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
REMCON	D9H	REM控制器	-----00	-	-	-	-	-	-	REMIF	REMSW
REMNUM H	DAH	REM包络载波个数寄存器高位	0-00000	REMHLSIGN	-	REMNUM.13	REMNUM.12	REMNUM.11	REMNUM.10	REMNUM.9	REMNUM.8
REMNUM L	DBH	REM包络载波个数寄存器低位	0000000	REMNUM.7	REMNUM.6	REMNUM.5	REMNUM.4	REMNUM.3	REMNUM.2	REMNUM.1	REMNUM.0
PWM1CON	DCh	PWM1控制寄存器	0000-000	PWM1EN	PWM1S	PWM1CK1	PWM1CK0	-	-	PWM1IF	PWM1SS
PWM1P	DDh	PWM1周期控制寄存器	00000000	PWM1P.7	PWM1P.6	PWM1P.5	PWM1P.4	PWM1P.3	PWM1P.2	PWM1P.1	PWM1P.0
PWM1D	DEh	PWM1占空比控制寄存器	00000000	PWM1D.7	PWM1D.6	PWM1D.5	PWM1D.4	PWM1D.3	PWM1D.2	PWM1D.1	PWM1D.0

注意：- :保留位。



SH77P1651/1652

SFR映像

BANK0

	可位寻址	不可位寻址							
	0/8	1/9	2/A	3/B	4/C	5/D	6/E	7/F	
F8H	P5	-	-	-	-	-	-	(Reserved)	FFH
F0H	B	AUXC	TL3	TH3	-	-	-	XPAGE	F7H
E8H	EXF0	P0PCR	P1PCR	P2PCR	P3PCR	P4PCR	P5PCR	-	EFH
E0H	ACC	P0CR	P1CR	P2CR	P3CR	P4CR	P5CR	-	E7H
D8H	EXF1	REMCN	REMNUMH	REMNUML	PWM1CN	PWM1P	PWM1D		DFH
D0H	PSW	-	-	-	-	-	-	-	D7H
C8H	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2	T3CON	-	CFH
C0H	P4	-	-	-	-	-	-	-	C7H
B8H	IPL0	IPL1	IENC	P2SS	P3SS	P4SS	P5SS	-	BFH
B0H	P3	RSTSTAT	CLKCON	-	IPH0	IPH1	-	OTPCN	B7H
A8H	IEN0	IEN1	LCDCON1	LCDCON	-	P1SS	-	-	AFH
A0H	P2	-	-	-	-	-	-	-	A7H
98H	SCON	SBUF	SADDR	SADEN	SBRTH	SBRTL	SFINE	-	9FH
90H	P1	-	-	ADCON	ADT	ADCH	ADDL	ADDH	97H
88H	-	-	-	-	-	-	SUSLO	ADCON1	8FH
80H	P0	SP	DPL	DPH	DPL1	DPH1	INSCN	PCN	87H
	0/8	1/9	2/A	3/B	4/C	5/D	6/E	7/F	

注意：未使用的SFR地址禁止读写。

访问时，用户务必保证软件选择位配置合理。



8 标准功能

8.1 CPU

8.1.1 特性

- CPU内核寄存器：ACC, B, PSW, SP, DPL, DPH

累加器

累加器ACC是一个常用的专用寄存器，指令系统中采用A作为累加器的助记符。

B寄存器

在乘法指令中，会用到B寄存器。在其它指令中，B寄存器可作为缓存器来使用。

栈指针 (SP)

栈指针SP是一个8位专用寄存器，在执行PUSH、各种子程序调用、中断响应等指令时，SP先加1，再将数据压栈；执行POP、RET、RETI等指令时，数据退出堆栈后SP再减1。堆栈栈顶可以是片上内部RAM (00H-FFH) 的任意地址，系统复位后，SP初始化为07H，使得堆栈事实上由08H地址开始。

程序状态字 (PSW) 寄存器

程序状态字 (PSW) 寄存器包含了程序状态信息。

Table 7. 1 PSW寄存器

D0H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PSW	C	AC	F0	RS1	RS0	OV	F1	P
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读
复位值 (POR/WDI/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	C	进位标志位 0：算术或逻辑运算中，没有进位或借位发生 1：算术或逻辑运算中，有进位或借位发生
6	AC	辅助进位标志位 0：算数逻辑运算中，没有辅助进位或借位发生 1：算数逻辑运算中，有辅助进位或借位发生
5	F0	F0标志位 用户自定义标志位
4-3	RS [1:0]	R0-R7寄存器页选择位 00：页0 (映射到00H-07H) 01：页1 (映射到08H-0FH) 10：页2 (映射到10H-17H) 11：页3 (映射到18H-1FH)
2	OV	溢出标志位 0：没有溢出生 1：有溢出生
1	F1	F1标志位 用户自定义标志位
0	P	奇偶校验位 0：累加器A中值为1的位数为偶数 1：累加器A中值为1的位数为奇数

数据指针(DPTR)

数据指针DPTR是一个16位专用寄存器，其高位字节寄存器用DPH表示，低位字节寄存器用DPL表示。它们既可以作为一个16位寄存器DPTR来处理，也可以作为2个独立的8位寄存器DPH和DPL来处理。

- CPU增强内核特殊功能寄存器
- 扩展的'MUL'和'DIV'指令：16位*8位，16位/8位
- 双数据指针
- CPU增强内核寄存器：AUXC, DPL1, DPH1, INSCON



SH77P1651/1652

SH77P1651/SH77P1652扩展了'MUL'和'DIV'的指令，使用一个新寄存器-AUXC寄存器保存运算数据的高8位，以实现16位运算。

在16位乘法指令中，会用到AUXC寄存器。在其它指令中，AUXC寄存器可作为缓存器来使用。

CPU在复位后进入标准模式，'MUL'和'DIV'的指令操作和标准8051指令操作一致。当INSCON寄存器的相应位置1后，'MUL'和'DIV'指令的16位操作功能被打开。

	操作		结果		
			A	B	AUXC
MUL	INSCON.2 = 0 ; 8位模式	(A)*(B)	低位字节	高位字节	---
	INSCON.2 = 1 ; 16位模式	(AUXC A)*(B)	低位字节	中位字节	高位字节
DIV	INSCON.3 = 0 ; 8位模式	(A) / (B)	商低位字节	余数	---
	INSCON.3 = 1 ; 16位模式	(AUXC A) / (B)	商低位字节	余数	商高位字节

双数据指针

使用双数据指针能加速数据存储移动。标准数据指针被命名为DPTR而新型数据指针命名为DPTR1。

数据指针DPTR1与DPTR类似，是一个16位专用寄存器，其高位字节寄存器用DPH1表示，低位字节寄存器用DPL1表示。它们既可以作为一个16位寄存器DPTR1来处理，也可以作为2个独立的8位寄存器DPH1和DPL1来处理。

通过对INSCON 寄存器中的DPS位置1或清0选择两个数据指针中的一个。所有读取或操作DPTR的相关指令将会选择最近一次选择的数据指针。

寄存器

Table 7.2 数据指针选择寄存器

86H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
INSCON	-	-	-	-	DIV	MUL	-	DPS
读/写	-	-	-	-	读/写	读/写	-	读/写
复位值 (POR/WDI/LVR/PIN)	-	-	-	-	0	0	-	0

位编号	位符号	说明
3	DIV	16位/8位除法选择位 0 : 8位除法 1 : 16位除法
2	MUL	16位/8位乘法选择位 0 : 8位乘法 1 : 16位乘法
0	DPS	数据指针选择位 0 : 数据指针 1 : 数据指针1



8.2 随机数据存储器 (RAM)

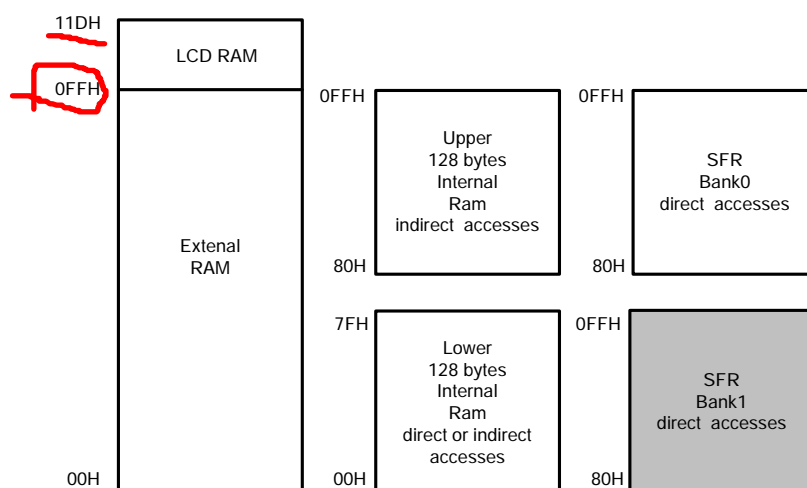
8.2.1 特性

SH77P1651/SH77P1652为数据存储提供了内部RAM和外部RAM。下列为存储器空间分配：

- 低位 128 字节的 RAM(地址从 00H 到 7FH)可直接或间接寻址
- 高位 128 字节的 RAM(地址从 80H 到 FFH)只能间接寻址
- 特殊功能寄存器(SFR，地址从 80H 到 FFH)只能直接寻址
- 外部 LCD RAM 字节可通过 MOVX 指令寻址

高位128字节RAM占用的地址空间和SFR相同，但在物理上与SFR的空间是分离的。当一个指令访问地址高于7FH的内部位置时，CPU可以根据指令的寻址方式来区分是访问高位128字节数据RAM还是访问SFR。

SH77P1651/SH77P1652在外部数据空间额外提供了256字节RAM，支持高级语言。SH77P1651/SH77P1652还配置了30字节的LCD RAM (100H – 11DH)。



SH77P1651/SH77P1652支持传统的访问外部RAM方法。使用MOVX A, @Ri 或MOVX @Ri, A 来访问外部低256字节RAM；使用MOVX A, @DPTR或MOVX @DPTR, A来访问外部RAM。

用户也能用XPAGE寄存器来访问外部RAM，仅用MOVX A, @Ri 或MOVX @Ri, A 指令即可。用户能用XPAGE来表示高于256字节的RAM地址。

8.2.2 寄存器

Table 7.3 数据存储页寄存器 (XPAGE)

F7H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
XPAGE	-	-	-	-	-	-	-	XPAGE.0
读/写	-	-	-	-	-	-	-	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	-	0



8.3 OTP 型程序存储器 (ROM)

8.3.1 特性

- SH77P1651/SH77P1652 的 OTP 程序内存 16K。
- 带有 128 字节的 information 区。
- 程序 code 保存年限：至少 10 年。
- 低功耗。

对于128字节区域

对于128字节information区域的读取类似于对OTP的读操作，区别在于：在对information区域进行读操作之前，应首先将OTPCON寄存器的最低位FAC位置1。

注意：

1. 当不需对information读取时，必须将FAC位清0
2. OTP的烧写方式请参考烧写软件（ProWriter）的帮助文件（《Pro03A烧写器使用说明》）

8.3.2 寄存器

OTPCON寄存器的描述如下：

Table 7.4 访问控制寄存器

B7H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
OTPCON	-	-	-	-	-	-	-	FAC
读/写	-	-	-	-	-	-	-	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	-	0

位编号	位符号	说明
0	FAC	访问控制 0：MOVC指令访问Main Block区域 1：MOVC指令访问128字节information区域



8.4 系统时钟和振荡器

8.4.1 特性

- 支持32.768kHz晶体谐振器，内建4MHz RC振荡器和32kHz RC振荡器
- 2个振荡器引脚(XTAL1, XTAL2)用来连接32.768kHz晶体谐振器
- 内建2K WDT RC振荡器，SCM时钟监控模块也使用此时钟
- 内建32.768kHz加速电路
- 内建系统时钟分频器

8.4.2 概述

SH77P1651/SH77P1652支持3种振荡器类型：32.768kHz晶体谐振器，32kHz内部RC振荡器，和内部RC振荡器(4MHz)。振荡器类型的选择由代码选项OP_OSC决定(详见代码选项章节)。SH77P1651/SH77P1652有2个振荡器引脚(XTAL1, XTAL2)，可以从3种振荡器类型中产生1种或者2种时钟。这些都是由代码选项OP_OSC决定(详见代码选项章节)。由振荡器产生的基本时钟脉冲提供系统时钟支持CPU及片上外围设备。

8.4.3 时钟定义

SH77P1651/SH77P1652几个内部时钟定义如下：(参见后图)

OSCCLK：从3个可选振荡器类型中(从XTAL输入的32.768kHz晶体谐振器，内部32K RC振荡器，内部4M RC振荡器)选中的那个振荡器的时钟。 f_{OSC} 定义为OSCCLK的频率。 t_{OSC} 定义为OSCCLK的周期。

32KCRYCLK：从XTAL输入的32.768kHz晶体谐振器的时钟。 f_{32KCRY} 定义为32KCRYCLK的频率。 t_{32KCRY} 定义为32KCRYCLK的周期。

LRCCLK：内部32kHz RC振荡器时钟。 f_{LRC} 定义为LRCCLK的频率。 t_{LRC} 定义为LRCCLK的周期。

HRCCLK：内部4MHz RC振荡器时钟。 f_{HRC} 定义为HRCCLK的频率。 t_{HRC} 定义为HRCCLK的周期。

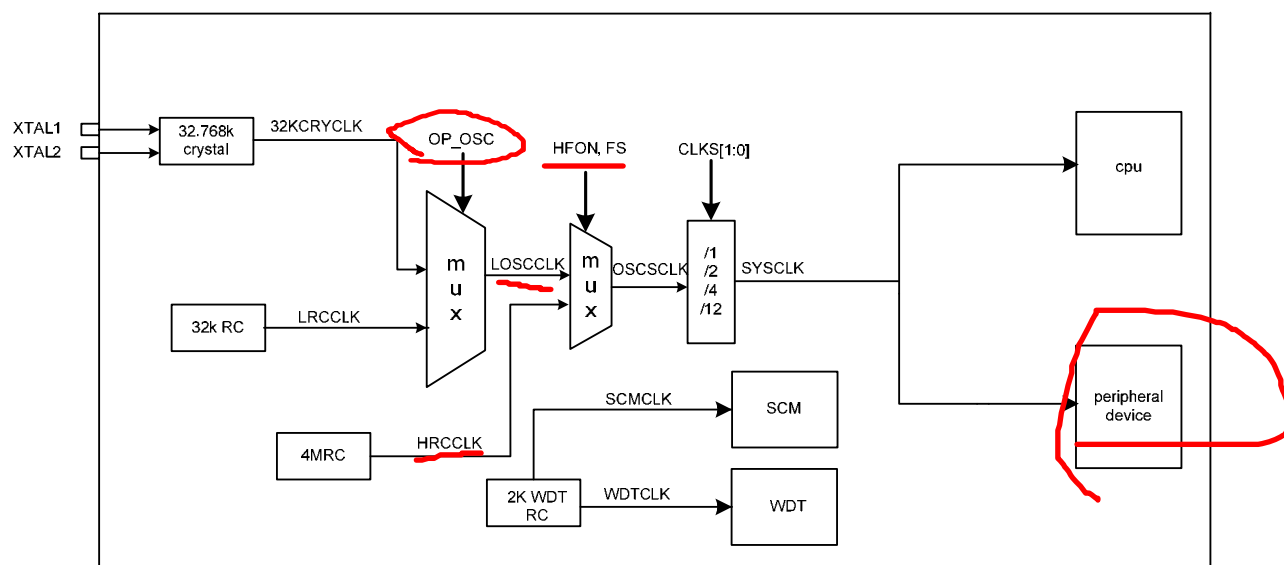
LOSCCLK：通过代码选项OP_OSC(详见代码选项章节)从3种振荡器类型中，选中的低频振荡器的时钟。 f_{LOSC} 定义为LOSCCLK的频率。 t_{LOSC} 定义为LOSCCLK的周期。

WDTCLK：内部的2kHz 看门狗RC振荡器时钟。 f_{WDT} 定义为WDTCLK的频率。 t_{WDT} 定义为WDTCLK的周期。

SCMCLK：共享2kHz 看门狗RC振荡器时钟。

OSCSCLK：系统时钟频率分频器的输入时钟。这个时钟可能为LOSCCLK或者HRCCLK，由寄存器FS选择。 f_{OSCS} 定义为OSCSCLK的频率。 t_{OSCS} 定义为OSCSCLK的周期。

SYSCCLK：系统时钟，系统频率分频器的输出时钟。这个时钟为CPU指令周期的时钟。 f_{SYS} 定义为SYSCCLK的频率。 t_{SYS} 定义为SYSCCLK的周期。





8.4.4 功耗控制

SH77P1651/SH77P1652可以选择LOSCCLK、HRCCLK作为OSCSCLK，在选择完成以后，可以将不用的时钟源关闭（HFON=0），这样可以减少系统的功耗。将时钟源关闭以后，如果需要再次打开，则必须等待振荡器预热时间，整个时钟切换过程相对于不关闭时钟源，显得缓慢。

8.4.5 系统时钟监控(SCM)

为了增强系统的可靠性，SH77P1651/SH77P1652含有一个系统时钟监控（SCM）模块。通过代码选项可以打开或关闭该功能。如果系统时钟出现故障（例如：外部振荡器停振等），内建SCM模块会将OSCSCLK自动切换到内部32K时钟，同时系统时钟监控标志位（SCMIF）被置1。当EA和ESCM位均被置1时，SCM模块将会产生中断。如果外部振荡器恢复工作，SCM将会切换OSCSCLK到外部振荡器，然后SCMIF位自动清0。

注意：

SCMIF为只读寄存器，只能由硬件清0或者置1。

如果SCMIF清0，SCM将系统时钟自动切换到系统时钟出现故障前的状态。

如果代码选项选择内部RC振荡器（详见代码选项章节）作为OSCSCLK，则系统时钟监控功能不可用。

8.4.6 寄存器

Table 7.5 系统时钟控制寄存器

B2H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
CLKCON	32K_SPDUP	CLKS1	CLKS0	SCMIF	HFON	FS	-	-
读/写	读/写	读/写	读/写	读	读/写	读/写	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	1	1	1	0	0	0	-	-

位编号	位符号	说明
7	32K_SPDUP	32.768kHz晶体谐振器加速模式控制位 0：32.768kHz振荡器常规模式，由软件清0。 1：32.768kHz振荡器加速模式，由软件或者硬件置1。 此位在系统发生任何形式的复位，如上电复位，看门狗复位等时，自动由硬件设置1，用以加速32.768kHz振荡器起振，缩短32.768kHz振荡器的起振时间。 如果有需要，本位也可以由软件置1或者清0。比如进入掉电模式（Power-down mode）前，可以将此位置1，掉电模式唤醒后再由软件清0。 应该注意的是关闭32.768kHz加速模式（此位清0），可以节省系统的耗电。只有代码选项OP_OSC为1时（选择32.768kHz晶体振荡器，详见代码选项章节），此控制位才有效。
6-5	CLKS[1:0]	系统时钟频率分频器 00：f _{sys} = f _{oscs} 01：f _{sys} = f _{oscs} /2 10：f _{sys} = f _{oscs} /4 11：f _{sys} = f _{oscs} /12 如果选择32.768kHz振荡器/32KRC为OSCSCLK，此控制位无效。
3	HFON	内部4MHz RC开关控制寄存器 0：关闭内部4MHz RC振荡器 1：打开内部4MHz RC振荡器
2	FS	频率选择位 0：选择低频时钟为OSCSCLK 1：选择4MHz为OSCSCLK

注意：

1. 当代码选项OP_OSC为1时，OSC为外部32.768KHz晶振；

2. 当代码选项OP_OSC为0时，内部32KHz RC振荡器使能；

3. 当OSCSCLK从32.768kHz/内部32KHz RC切换到4MHz内部RC时，假如当时HRCCLK为关闭状态，则必须按以下步骤依次设置：

a. 设置HFON = 1，打开HRCCLK



- b. 至少等待振荡器预热时间（详见**振荡器预热章节**）
c. 设置FS = 1，选择4MHz为OSCSCLK
4. 当OSCSCLK从HRCCLK切回到32.768kHz/内部32KHz RC时，则必须按以下步骤依次设置：
a. FS位清0，选择32.768kHz/内部32KHz RC 作为OSCSCLK
b. 添加1个NOP指令
c. HFON位清0（降低功耗）

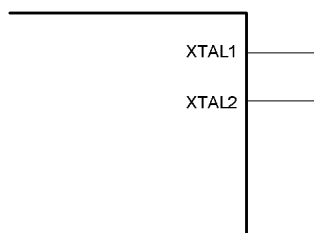
Table 7.6 系统时钟监控寄存器

B2H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
CLKCON	-	-	-	SCMIF	-	-	-	-
读/写	-	-	-	只读	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	0	-	-	-	-

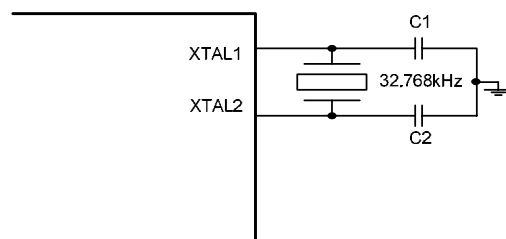
位编号	位符号	说明
4	SCMIF	系统时钟监控标志位 0：表示系统时钟正常运行 1：表示系统时钟故障

8.4.7 振荡器类型

(1) OP_OSC = 0：内部RC振荡器，XTAL1和XTAL2引脚与I/O共享



(2) OP_OSC = 1：从XTAL输入32.768kHz晶体谐振器，32K内部RC振荡器关闭



晶体谐振器			推荐型号
频率	C1	C2	
32.768kHz	5 - 12.5pF	5 - 12.5pF	DT 38 (3x8)
			3x8 - 32.768kHz

注意:

- (1) 表中负载电容仅供参考!
(2) 以上电容值可通过谐振器基本的起振和运行测试，并非最优值。
(3) 请注意印制板上的杂散电容，用户应在超过应用电压和温度的条件下测试谐振器的性能。
在应用陶瓷谐振器/晶体谐振器之前，用户需向谐振器生产厂要求相关应用参数以获得最佳性能。
请登陆<http://www.sinowealth.com>以取得更多的推荐谐振器生产厂。



8.5 I/O 端口

8.5.1 特性

- 46个CMOS双向I/O端口，均支持位操作
- 1个可选的开漏极I/O端口(P0.7)
- 3个I/O灌电流达20mA，可作LCD背光驱动端口(P0.6，P2.2，P2.3)
- 1个I/O灌电流达500mA，可作为遥控载波驱动端口(P5.4)
- 所有I/O端口可与其它功能共享

SH77P1651/SH77P1652提供46个位可编程双向I/O端口。端口数据在寄存器Px中，每个I/O口均有内部上拉电阻。端口控制寄存器(PxCRy)控制端口是作为输入或者输出。当端口作为输入时，每个I/O端口带有由PxPCRy控制的内部上拉电阻(x = 0-5, y = 0-7)。有些I/O引脚能与选择功能共享。当所有功能都允许时，在CPU中存在优先权以避免功能冲突。(详见端口共享章节)。

8.5.2 寄存器

Table 7.7 端口控制寄存器

E1H - E6H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0CR (E1H)	P0CR.7	P0CR.6	P0CR.5	P0CR.4	P0CR.3	P0CR.2	P0CR.1	P0CR.0
P1CR (E2H)	P1CR.7	P1CR.6	P1CR.5	P1CR.4	P1CR.3	P1CR.2	P1CR.1	P1CR.0
P2CR (E3H)	P2CR.7	P2CR.6	P2CR.5	P2CR.4	P2CR.3	P2CR.2	P2CR.1	P2CR.0
P3CR (E4H)	P3CR.7	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	P3CR.3	P3CR.2	P3CR.1	P3CR.0
P4CR (E5H)	P4CR.7	P4CR.6	P4CR.5	P4CR.4	P4CR.3	P4CR.2	P4CR.1	P4CR.0
P5CR (E6H)	-	-	P5CR.5	P5CR.4	P5CR.3	P5CR.2	P5CR.1	P5CR.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	PxCRy x = 0-5, y = 0-7	端口输入/输出控制寄存器 0: 输入模式 1: 输出模式

Table 7.8 端口上拉电阻控制寄存器

E9H - EEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0PCR (E9H)	-	P0PCR.6	P0PCR.5	P0PCR.4	P0PCR.3	P0PCR.2	P0PCR.1	P0PCR.0
P1PCR (EAH)	P1PCR.7	P1PCR.6	P1PCR.5	P1PCR.4	P1PCR.3	P1PCR.2	P1PCR.1	P1PCR.0
P2PCR (EBH)	P2PCR.7	P2PCR.6	P2PCR.5	P2PCR.4	P2PCR.3	P2PCR.2	P2PCR.1	P2PCR.0
P3PCR (ECH)	P3PCR.7	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	P3PCR.3	P3PCR.2	P3PCR.1	P3PCR.0
P4PCR (EDH)	P4PCR.7	P4PCR.6	P4PCR.5	P4PCR.4	P4PCR.3	P4PCR.2	P4PCR.1	P4PCR.0
P5PCR (EEH)	-	-	P5PCR.5	P5PCR.4	P5PCR.3	P5PCR.2	P5PCR.1	P5PCR.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	PxPCRy x = 0-5, y = 0-7	输入端口内部上拉电阻控制 0: 内部上拉电阻关闭 1: 内部上拉电阻开启



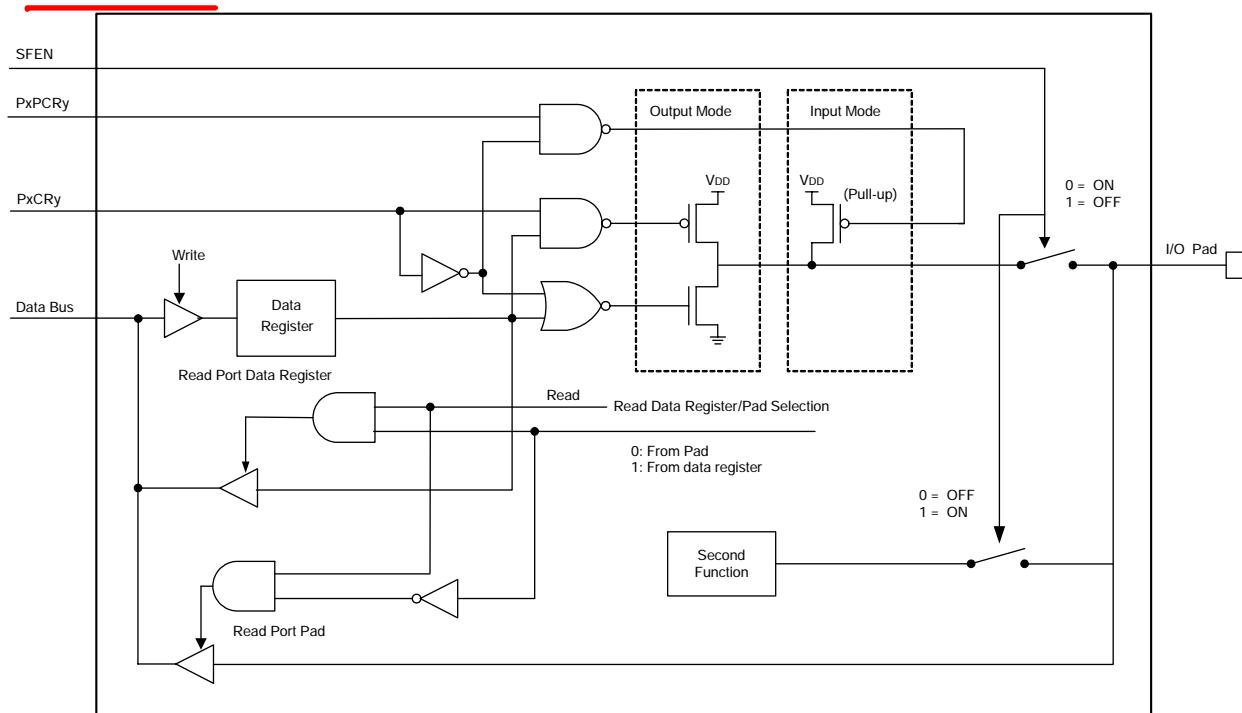
Table 7.9 端口数据寄存器

80H – F8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0 (80H)	P0.7	P0.6	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	P0.1	P0.0
P1 (90H)	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
P2 (A0H)	P2.7	P2.6	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
P3 (B0H)	P3.7	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	P3.1	P3.0
P4 (C0H)	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	P4.3	P4.2	P4.1	P4.0
P5 (F8H)	-	-	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	Px.y x = 0-5, y = 0-7	端口数据寄存器

注意: P0.7端口作为N-通道的开漏I/O, 但是此时端口电压不得超过VDD+0.3V。

8.5.3 端口模块图



注意:

- (1) 输入端口读操作直接读引脚电平。
- (2) 输出端口读操作的输入源有两种, 一种是从端口数据寄存器读取, 另一种是直接读引脚电平。
- (3) 用读取指令来区分: 读-改-写指令是读寄存器, 而其它指令读引脚电平。不管端口是否共享为其它功能, 对端口写操作都是针对端口数据寄存器。



8.5.4 端口共享

46个双向I/O端口也能共享作为第二或第三种特殊功能。共享优先级按照外部最高内部最低的规则：

在**引脚配置图**中引脚最外边标注功能享有最高优先级，最里边标注功能享有最低优先级。这意味着一个引脚已经使用较高优先级功能（如果被允许的话），就不能用作较低优先级功能，即使较低优先级功能被允许。只有较高优先级功能由硬件或软件关闭后，相应的引脚才能用作较低优先级功能。上拉电阻也由相同规则控制。

当允许端口复用为其它功能时，用户可以修改PxCR、PxPCR（x = 0-5），但在复用的其它功能被禁止前，这些操作不会影响端口状态。

当允许端口复用为其它功能时，任何对端口的读写操作只会影响到数据寄存器的值，端口引脚值保持不变，直到复用的其它功能关闭。

PORT0:

- VP3 : PUMP 电路外接电容引脚（P0.0）
- VP2 : PUMP 电路外接电容引脚（P0.1）
- VP1 : PUMP 电路外接电容引脚（P0.2）
- CUP1 : PUMP 电路外接电容引脚（P0.3）
- CUP2 : PUMP 电路外接电容引脚（P0.4）
- SCK : 编程资料时钟（P0.5）
- SDA : 编程数据输入端口（P0.6）
- VPP : 编程电压输入（P0.7）

Table 7. 10 PORT0共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
43	1	VP3	代码选项 OP_LCDSEL 选择电容型 LCD 驱动器
	2	P0.0	代码选项 OP_LCDSEL 选择电阻型 LCD 驱动器
42	1	VP2	代码选项 OP_LCDSEL 选择电容型 LCD 驱动器
	2	P0.1	代码选项 OP_LCDSEL 选择电阻型 LCD 驱动器
41	1	VP1	代码选项 OP_LCDSEL 选择电容型 LCD 驱动器
	2	P0.2	代码选项 OP_LCDSEL 选择电阻型 LCD 驱动器
40	1	CUP1	代码选项 OP_LCDSEL 选择电容型 LCD 驱动器
	2	P0.3	代码选项 OP_LCDSEL 选择电阻型 LCD 驱动器
39	1	CUP2	代码选项 OP_LCDSEL 选择电容型 LCD 驱动器
	2	P0.4	代码选项 OP_LCDSEL 选择电阻型 LCD 驱动器
38	1	SCK	-
	2	P0.5	无上述情况
37	1	SDA	-
	2	P0.6	无上述情况
36	2	VPP	-
	3	P0.7	无上述情况

PORT1:

- SEG1 / INT40 : LCD Segment 1 / 外部中断40（P1.0）
- SEG2 / INT41 : LCD Segment 2 / 外部中断41（P1.1）
- SEG3 / INT42 : LCD Segment 3 / 外部中断42（P1.2）
- SEG4 / INT43 : LCD Segment 4 / 外部中断43（P1.3）
- SEG5 / INT44 : LCD Segment 5 / 外部中断44（P1.4）



- SEG6 / INT45 : LCD Segment 6 / 外部中断45 (P1.5)
- SEG7 / INT46 : LCD Segment 7 / 外部中断46 (P1.6)
- SEG8 / INT47 : LCD Segment 8 / 外部中断47 (P1.7)

Table 7. 11 PORT1共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
35	1	SEG1	P1SS寄存器P1S0位置1
	2	INT40	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS40位置1, 并且P1.0输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.0	无上述情况
34	1	SEG2	P1SS寄存器P1S1位置1
	2	INT41	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS41位置1, 并且P1.1输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.1	无上述情况
33	1	SEG3	P1SS寄存器P1S2位置1
	2	INT42	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS42位置1, 并且P1.2输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.2	无上述情况
32	1	SEG4	P1SS寄存器P1S3位置1
	2	INT43	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS43位置1, 并且P1.3输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.3	无上述情况
31	1	SEG5	P1SS寄存器P1S4位置1
	2	INT44	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS44位置1, 并且P1.4输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.4	无上述情况
30	1	SEG6	P1SS寄存器P1S5位置1
	2	INT45	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS45位置1, 并且P1.5输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.5	无上述情况
29	1	SEG7	P1SS寄存器P1S6位置1
	2	INT46	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS46位置1, 并且P1.6输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.6	无上述情况
28	1	SEG8	P1SS寄存器P1S7位置1
	2	INT47	IEN1寄存器的EX4位置1, IENC寄存器的EXS47位置1, 并且P1.7输入模式(上拉由软件设置)
	3	P1.7	无上述情况



PORT2:

- SEG9 : LCD Segment 9 (P2.0)
- SEG10/ RXD : LCD Segment 10 / 串口接收 (P2.1)
- SEG11/ TXD : LCD Segment 11 / 串口发送 (P2.2)
- SEG12 : LCD Segment 12 (P2.3)
- SEG13/ T2 : LCD Segment 13 / 定时器2外部输入 (P2.4)
- SEG14/ T2EX : LCD Segment 14 / 定时器2重载、捕捉、方向控制 (P2.5)
- SEG15/ T3 : LCD Segment 15 / 定时器3外部输入 (P2.6)
- SEG16/ AN7 : LCD Segment 16 / ADC输入通道 (P2.7)

Table 7. 12 PORT2共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
27	1	SEG9	P2SS寄存器P2S0位置1
	2	P2.0	无上述情况
26	1	SEG10	P2SS寄存器P2S1位置1
	2	RXD	SCON寄存器中REN位置1
	3	P2.1	无上述情况
25	1	SEG11	P2SS寄存器P2S2位置1
	2	TXD	对SBUF寄存器写操作
	3	P2.2	无上述情况
24	1	SEG12	P2SS寄存器P2S3位置1
	2	P2.3	无上述情况
23	1	SEG13	P2SS寄存器P2S4位置1
	2	T2	T2CON寄存器(自动上拉)的TR2位及C/T2位置1或C/T2位清0且T2MOD寄存器的T2OE位置1
	3	P2.4	无上述情况
22	1	SEG14	P2SS寄存器P2S5位置1
	2	T2EX	在0, 2方式下T2CON寄存器的EXEN2位置1或在方式1下T2CON寄存器的DCEN位置1或在方式1下DCEN位清0及EXEN2位置1(自动拉高)
	3	P2.5	无上述情况
21	1	SEG15	P2SS寄存器P2S6位置1
	2	T3	T3CON寄存器的TR3位置1且T3CLKS[1:0] = 01(自动上拉)
	3	P2.6	无上述情况
20	1	SEG16	P2SS寄存器P2S7位置1
	2	AN7	ADCH寄存器的CH7和SCH[2:0]相应位置1
	3	P2.7	无上述情况



PORT3:

- SEG17~SEG23 : LCD Segment 17~ LCD Segment 23 (P3.0~P3.6)
- AN1 ~AN6 : ADC输入通道 (P3.1~P3.6) (SH77P1651无此功能)
- SEG24 / Vref : LCD Segment 24 / AD转换参考电压 (P3.7)

Table 7. 13 PORT3共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
12	1	SEG24	P3SS寄存器P3S7位置1
	2	Vref	ADCON寄存器的ADON位置—且REFC位置—
	3	P3.7	无上述情况
18-13	1	SEG23~SEG18	P3SS寄存器P3S1~P3S6位置1
	2	AN1~AN6	ADCH寄存器的CH6-CH1和SCH[2:0]相应位置1 (SH77P1651无此功能)
	3	P3.1~P3.6	无上述情况
19	1	SEG17	P3SS寄存器P3S0位置1
	2	P3.0	无上述情况

PORT4:

- SEG25 : LCD Segment 25 (P4.0)
- SEG26 : LCD Segment 26 (P4.1)
- SEG27 : LCD Segment 27 (P4.2)
- SEG28 : LCD Segment 28 (P4.3)
- SEG29 : LCD Segment 29 (P4.4)
- SEG30 : LCD Segment 30 (P4.5)
- COM4 : LCD COM4 (P4.6)
- COM3 : LCD COM3 (P4.7)

Table 7. 14 PORT4共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
11	1	SEG25	P4SS寄存器P4S0位置1
	2	P4.0	无上述情况
10	1	SEG26	P4SS寄存器P4S1位置1
	2	P4.1	无上述情况
9	1	SEG27	P4SS寄存器P4S2位置1
	2	P4.2	无上述情况
8	1	SEG28	P4SS寄存器P4S3位置1
	2	P4.3	无上述情况
7	1	SEG29	P4SS寄存器P4S4位置1
	2	P4.4	无上述情况
6	1	COM5	LCDCON寄存器DUTY位置1
	2	SEG30	P4SS寄存器P4S5位置1
	3	P4.5	无上述情况
5	1	COM4	P4SS寄存器P4S6位置1
	2	P4.6	无上述情况
4	1	COM3	P4SS寄存器P4S7位置1



SH77P1651/1652

	2	P4.7	无上述情况
--	---	------	-------



PORT5:

- COM2 : LCD COM2 (P5.0)
- COM1 : LCD COM1 (P5.1)
- XTAL2 : 外部晶振输出 (P5.2)
- XTAL1 : 外部晶振输入 (P5.3)
- PWM1 : PWM1/REM信号输出引脚 (P5.4)
- RESET : PIN复位 (P5.5)

Table 7. 15 PORT5共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
3	1	COM2	P5SS寄存器P5S0位置1
	2	P5.0	无上述情况
2	1	COM1	P5SS寄存器P5S1位置1
	2	P5.1	无上述情况
1	1	XTAL2	代码选项选择外部32.768kHz 晶振作为振荡器1
	2	P5.2	代码选项选择内部32kHz RC振荡器作为振荡器1
48	1	XTAL1	代码选项选择外部32.768kHz 晶振作为振荡器1
	2	P5.3	代码选项选择内部32kHz RC振荡器作为振荡器1
46	1	REM	PWM1SS位置1且REMSW置1
	2	PWM1	PWM1SS位置1且REMSW置0
	3	P5.4	无上述情况
44	1	RESET	代码选项 OP_RST 选择 P5.5为复位引脚
	2	P5.5	代码选项 OP_RST 选择 P5.5作为 I/O



8.6 定时器

8.6.1 特性

- SH77P1651/SH77P1652有2个16位定时器（定时器2，3）
- 定时器2兼容标准的8052，且有递增递减计数和可编程输出功能
- 定时器3是16位自动重载定时器，且可以工作在掉电模式

8.6.2 定时器2

两个数据寄存器（TH2和TL2）串联后可作为一个16位寄存器来访问，由寄存器T2CON和T2MOD控制。设置IEN0寄存器中的ET2位能允许定时器2中断。（详见中断章节）

C/T2选择系统时钟（定时器）或外部引脚T2（计数器）作为定时器时钟输入。通过所选的引脚设置TR2允许定时器2/计数器2数据寄存器计数。

可配置寄存器T2MOD中的TCLKP2位选择系统时钟或系统时钟的1/12作为定时器2的时钟源。

8.6.2.1 定时器2方式

定时器2有3种工作方式：捕获/重载，带递增或递减计数器的自动重载方式，可编程时钟输出。

Table 7. 16 定时器2方式选择

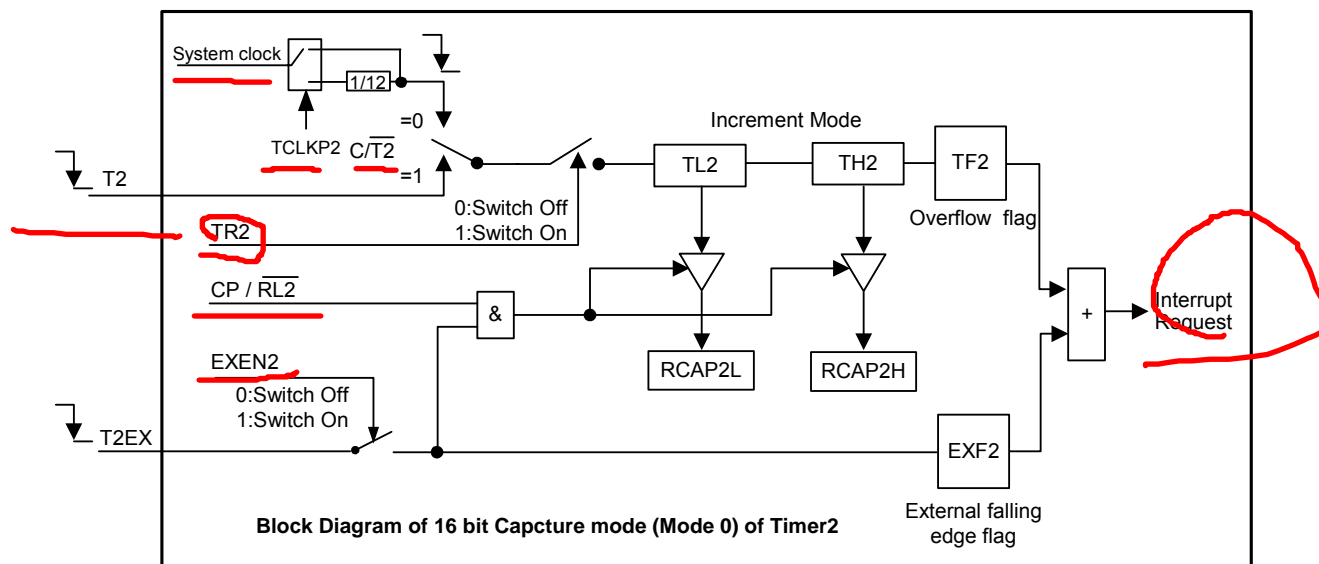
C/T2	T2OE	DCEN	TR2	CP/RL2	方式	
X	0	X	1	1	0	16位捕获
X	0	0	1	0	1	16位自动重载定时器
X	0	1	1	0		
0	1	X	1	X	2	可编程时钟
1	1	X	1	X		不推荐使用
X	X	X	0	X	X	定时器2停止，T2EX通路仍旧允许

方式0：16位捕获

在捕获方式中，T2CON的EXEN2位有两个选项。

如果EXEN2 = 0，定时器2作为16位定时器或计数器，如果ET2被允许的话，定时器2能设置TF2溢出产生一个中断。

如果EXEN2 = 1，定时器2执行相同操作，但是在外部输入T2EX上的下降沿也能引起在TH2和TL2中的当前值分别被捕获到RCAP2H和RCAP2L中，此外，在T2EX上的下降沿也能引起在T2CON中的EXF2被设置。如果ET2被允许，EXF2位也像TF2一样也产生一个中断。





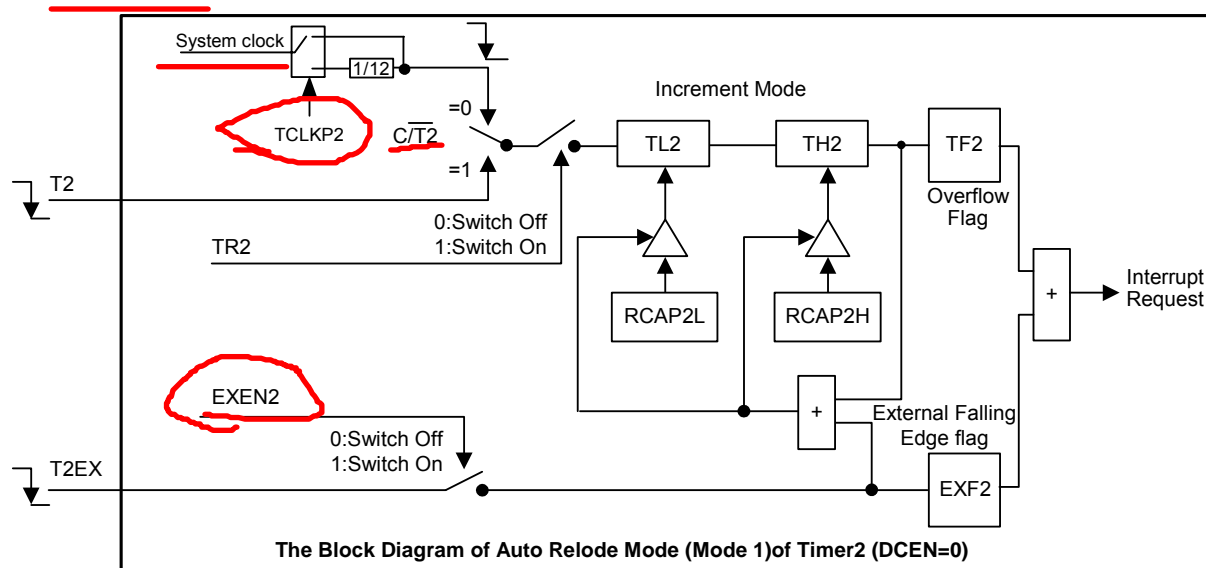
方式1：16位自动重载定时器

在16位自动重载方式下，定时器2可以被选为递增计数或递减计数。这个功能通过T2MOD中的DCEN位（递减计数允许）选择。系统复位后，DCEN位复位值为0，定时器2默认递增计数。当设置DCEN时，定时器2递增计数或递减计数取决于T2EX引脚上的电平。

当DCEN = 0，通过在T2CON中的EXEN2位选择两个选项。

如果EXEN2 = 0，定时器2递增到0FFFFH，在溢出后置起TF2位，同时定时器自动将用户软件写好的寄存器RCAP2H和RCAP2L的16位值装入TH2和TL2寄存器。

如果EXEN2 = 1，溢出或在外外部输入T2EX上的下降沿都能触发一个16位重载，置起EXF2位。如果ET2被使能，TF2和EXF2位都能产生一个中断。

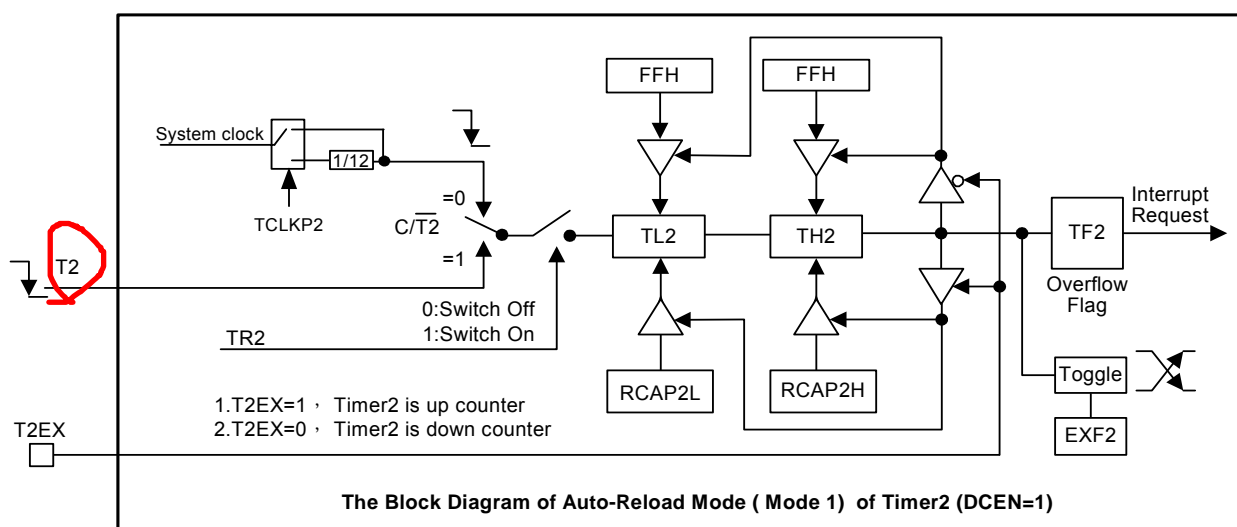


设置DCEN位允许定时器2递增计数或递减计数。当DCEN = 1时，T2EX引脚控制计数的方向，而EXEN2控制无效。

T2EX置1可使定时器2递增计数。定时器向0FFFFH溢出，然后设置TF2位。溢出也能分别引起RCAP2H和RCAP2L上的16位值重载入定时器寄存器。

T2EX清0可使定时器2递减计数。当TH2和TL2的值等于RCAP2H和RCAP2L的值时，定时器溢出。置起TF2位，同时0FFFFH重载入定时器寄存器。

无论定时器2溢出，EXF2位都被用作结果的第17位。在此工作模式下，EXF2不作为中断标志。



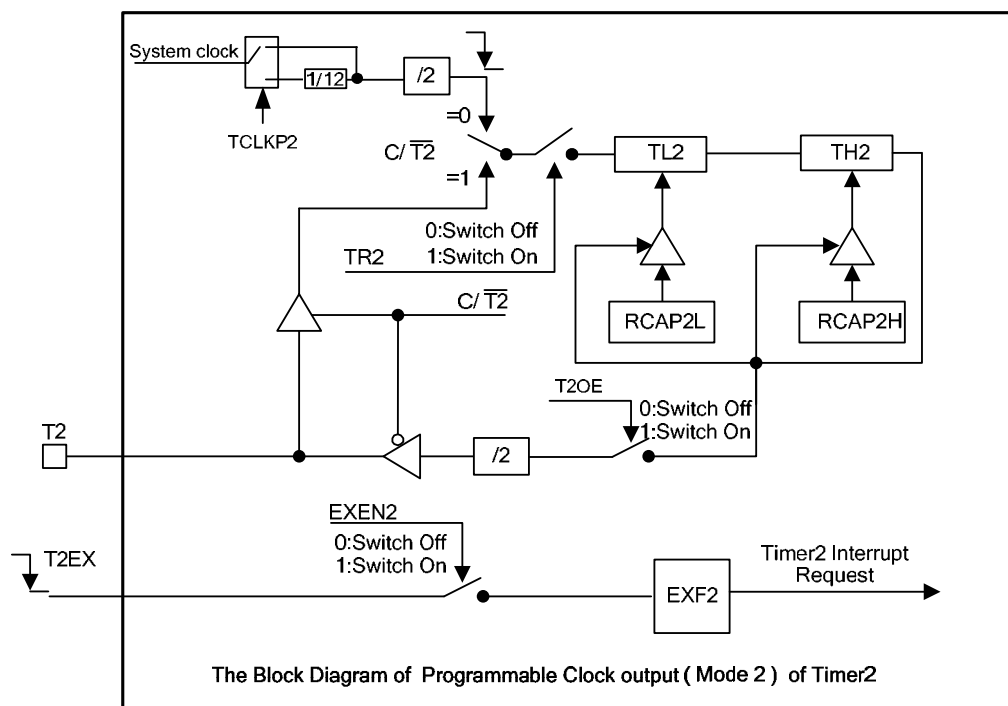
**方式2：可编程时钟输出**

T2端口可以编程输出50%的占空比时钟周期。清C/T2位和置T2OE位，使定时器2作为时钟发生器。TR2位启动和中止定时器。

在这种方式中，T2输出占空比为50%的时钟：

$$\text{Clock Out Frequency} = \frac{1}{2 \times 2} \times \frac{f_{\text{SYS}}}{65536 - [\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L}]}$$

定时器2溢出不产生中断。所以定时器2可以用作时钟输出。

**注意：**

1. TF2和EXF2都能引起定时器2的中断请求，两者有相同的向量地址。
2. 当事件发生时或其他任何时间都能由软件设置TF2和EXF2为1，必须软件清0。
3. 当EA =1且ET2=1时，设置TF2或EXF2为1能引起定时器2中断。



8.6.2.2 寄存器

Table 7. 17 定时器2控制寄存器

C8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
T2CON	TF2	EXF2	-	-	EXEN2	TR2	C/T $\overline{2}$	CP/RL $\overline{2}$
读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	TF2	定时器2溢出标志位 0：无溢出（必须由软件清0） 1：溢出（由硬件设1）
6	EXF2	T2EX引脚外部事件输入（下降沿）被检测到的标志位 0：无外部事件输入（必须由软件清0） 1：检测到外部输入（如果EXEN2 = 1，由硬件设1）
3	EXEN2	T2EX引脚上的外部事件输入（下降沿）用作重载/捕获触发器允许/禁止控制位 0：忽略T2EX引脚上的事件 1：检测到T2EX引脚上一个下降沿，产生一个捕获或重载
2	TR2	定时器2开始/停止控制位 0：停止定时器2 1：开始定时器2
1	C/T $\overline{2}$	定时器2定时器/计数器方式选定位 0：定时器方式，T2引脚用作I/O端口 1：计数器方式，内部上拉电阻被打开
0	CP/RL $\overline{2}$	捕获/重载方式选定位 0：16位带重载功能的定时器/计数器 1：16位带捕获功能的定时器/计数器



Table 7. 18 定时器2模式控制寄存器

C9H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
T2MOD	TCLKP2	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN
读/写	读/写	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	-	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
7	TCLKP2	分频选择控制位 0：选择系统时钟的1/12作为定时器2的时钟源 1：系统时钟作为定时器2的时钟源
1	T2OE	定时器2输出允许位 0：设置P2.4/T2作为时钟输入或I/O端口 1：设置P2.4/T2作为时钟输出
0	DCEN	递减计数允许位 0：禁止定时器2作为递增/递减计数器 1：允许定时器2作为递增/递减计数器

Table 7. 19 定时器2重载/捕获和数据寄存器

CAH-CDH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RCAP2L	RCAP2L.7	RCAP2L.6	RCAP2L.5	RCAP2L.4	RCAP2L.3	RCAP2L.2	RCAP2L.1	RCAP2L.0
RCAP2H	RCAP2H.7	RCAP2H.6	RCAP2H.5	RCAP2H.4	RCAP2H.3	RCAP2H.2	RCAP2H.1	RCAP2H.0
TL2	TL2.7	TL2.6	TL2.5	TL2.4	TL2.3	TL2.2	TL2.1	TL2.0
TH2	TH2.7	TH2.6	TH2.5	TH2.4	TH2.3	TH2.2	TH2.1	TH2.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	RCAP2L [7:0] RCAP2H [7:0]	定时器2重载/捕获数据
7-0	TL2 [7:0] TH2 [7:0]	定时器2高位低位计数器



8.6.3 定时器3

定时器3是16位自动重载定时器，通过两个数据寄存器TH3和TL3访问，由T3CON寄存器控制。IEN1寄存器的ET3位置1允许定时器3中断（详见中断章节）。

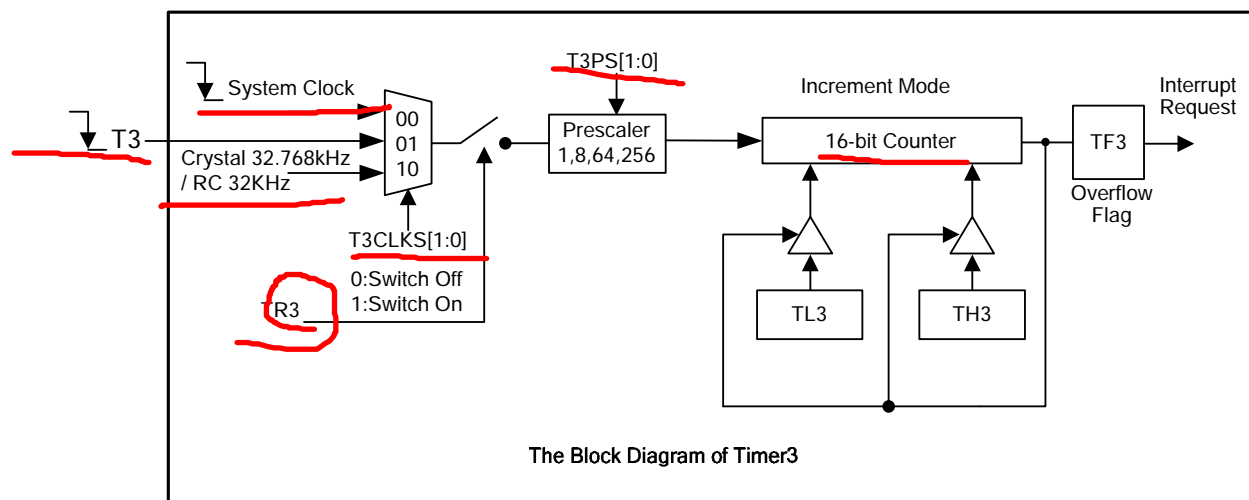
定时器3只有一个工作方式：16位自动重载计数器/定时器，可以设置预分频比，并可以工作在CPU掉电模式。

定时器3有一个16位计数器/定时器寄存器（TH3，TL3）。当TH3和TL3被写时，用作定时器重载寄存器，当被读时，被用作计数寄存器。TR3位置1使定时器3开始递增计数。定时器在0xFFFF到0x0000溢出并置TF3位为1。溢出同时，定时器重载寄存器的16位数据被重新加载计数寄存器中，TH3写操作也导致重载寄存器的数据重新加载计数寄存器。

TH3和TL3读写操作遵循以下顺序：

写操作：先低位后高位

读操作：先高位后低位



当T3CLKS [1:0] 选为00时，定时器3在掉电模式下不计数。

当T3CLKS [1:0] 选为01时，定时器3可以工作在掉电模式。即使所有振荡器关闭，定时器3依然可以对T3计数。

当T3CLKS [1:0] 选为10时，定时器3可以工作在掉电模式。但是如果在掉电模式下低频振荡器关闭则定时器3不计数。

详见下表：

T3CLKS [1:0]	振荡器状态	普通模式	掉电模式
00	不限	工作	不工作
01	不限	工作	工作
10	低频打开，且掉电模式低频关闭	工作	不工作
	低频打开，且掉电模式低频不关闭	工作	工作

注意：

1. 在读或写TH3和TL3时，要确保TR3=0。

2. 当定时器3用T3端口作为时钟源时，TR3由0变为1之后的1.5个系统周期内，T3的下降沿无效。



寄存器

Table 7. 20 定时器3控制寄存器

CEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
T3CON	TF3	-	T3PS.1	T3PS.0	-	TR3	T3CLKS.1	T3CLKS.0
读/写	读/写	-	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	0	0	-	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	TF3	定时器3溢出标志位 0：无溢出（硬件清0） 1：溢出（硬件置1）
5-4	T3PS[1:0]	定时器3预分频比选择位 00：1/1 01：1/8 10：1/64 11：1/256
2	<u>TR3</u>	定时器3允许控制位 0：停止定时器3 1：开始定时器3
1-0	T3CLKS[1:0]	定时器3定时器/计数器方式选定位 00：系统时钟，T3引脚用作I/O端口 01：T3端口输入外部时钟，自动上拉 10：外部32.768kHz晶体谐振器或RC 32kHz（参见代码选项OP_OSC） 11：保留

Table 7. 21 定时器3重载/计数数据寄存器

F2H-F3H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
TL3	TL3.7	TL3.6	TL3.5	TL3.4	TL3.3	TL3.2	TL3.1	TL3.0
TH3	TH3.7	TH3.6	TH3.5	TH3.4	TH3.3	TH3.2	TH3.1	TH3.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	TL3.x	定时器3低位高位计数器，x = 0 - 7
	TH3.x	



8.7 中断

8.7.1 特性

- 8个中断源
- 4层中断优先级

SH77P1651/SH77P1652有8个中断源：1个外部中断INT4，INT4共8个中断源（INT40-47共享一个向量地址）；2个定时器中断（定时器2，3），1个EUART中断，1个PWM定时器中断（8位PWM定时器），1个REM中断，ADC中断（SH77P1651无ADC功能）和SCM中断。

8.7.2 中断允许

任何一个中断源均可通过对寄存器IEN0和IEN1中相应的位置1或清0，实现单独使能或禁止。IEN0寄存器中还包含了一个全局使能位EA，它是所有中断的总开关。一般在复位后，所有中断允许位设置为0，所有中断被禁止。

8.7.3 寄存器

Table 7. 22 初级中断允许寄存器

A8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IEN0	EA	EADC*	ET2	ES	-	-	-	-
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	-	-
复位值 (POR/WDTR/LVR/PIN)	0	0	0	0	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7	EA	所有中断允许位 0：禁止所有中断 1：允许所有中断
6	EADC*	ADC中断允许位 0：禁止ADC中断 1：允许ADC中断
5	ET2	定时器2溢出中断允许位 0：禁止定时器2溢出中断 1：允许定时器2溢出中断
4	ES	EUART中断允许位 0：禁止EUART中断 1：允许EUART中断

带有*标记的功能不在SH77P1651中开放。



Table 7. 23 次级中断允许寄存器

A9H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IEN1	ESCM	EPWM1	-	ET3	EX4	-	EREM	-
读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	-	读/写	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	0	0	-	0	-

位编号	位符号	说明
7	ESCM	SCM中断允许位 0：禁止SCM中断 1：允许SCM中断
6	EPWM1	PWM1中断允许位： 0：禁止PWM1中断 1：允许PWM1中断
4	ET3	定时器3溢出中断允许位 0：禁止定时器3溢出中断 1：允许定时器3溢出中断
3	EX4	外部中断4允许位 0：禁止外部中断4中断 1：允许外部中断4中断
1	EREM	REM中断允许位： 0：禁止REM中断 1：允许REM中断

注意：

(1) 打开外部中断4时，相应的端口必须设置为输入状态。

Table 7. 24 外部中断4通道允许寄存器

BAH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IENC	EXS47	EXS46	EXS45	EXS44	EXS43	EXS42	EXS41	EXS40
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	EXS4x (x = 7-0)	外部中断4选择寄存器 (x = 7-0) 0：禁止外部中断4x 1：允许外部中断4x



8.7.4 中断标志

每个中断源都有自己的中断标志，当产生中断时，硬件会置起相应的标志位，在中断摘要表中会列出中断标志位。

外部中断INT4产生中断时，EXF1寄存器中的IF4x标志位（ $x = 0-7$ ）置1，由于INT4x共享一个中断向量地址，所以标志位需要用软件清除。但是如果INT4为电平触发时，标志位不能被用户软件清0，只受INT4x中断源引脚所接信号电平直接控制。

T2CON寄存器的TF2或EXF2标志位置1时，产生定时器2中断，CPU在响应中断后，标志位都不会被硬件自动清0。事实上，中断服务程序必须决定是由TF2或是EXF2产生中断，标志必须由软件清0。

定时器3的计数器溢出时，T3CON寄存器的TF3中断标志位置1，产生定时器3中断，CPU在响应中断后，标志被硬件自动清0。

SCON寄存器的标志RI或TI被置1时，产生EUART中断，CPU在响应中断后，标志不会被硬件自动清0。事实上，中断服务程序必须判断是收中断还是发中断，标志必须由软件清0。

当ADCON寄存器的ADCIF标志位被置1时，产生ADC中断。如果中断产生，ADCDH/ADCDL中的结果是有效的。如果ADC模块的连续比较功能被打开，在每次转换中，如果转换结果小于比较值时，ADCIF标志位为0；如果转换结果大于比较值时，ADCIF标志位置1，ADCIF中断标志必须由软件清除。

SCM寄存器的SCMIF标志位置1时，产生SCM中断，标志只能由硬件清0。

PWMCON寄存器的PWM1IF标志位置1时，产生PWM中断，标志位硬件清0。

REMCN寄存器的REMIF标志位置1时，产生REM中断，标志位硬件清0。

Table 7. 25 外部中断标志寄存器

E8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EXF0	IT4.1	IT4.0	-	-	-	-	-	-
读/写	读/写	读/写	-	-	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	-	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7-6	IT4[1:0]	外部中断4触发模式位 00：低电平触发 01：下降沿触发 10：上升沿触发 11：双沿触发 IT4[1:0]控制外部中断4各中断源采用同一触发方式

Table 7. 26 外部中断4标志寄存器

D8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EXF1	IF47	IF46	IF45	IF44	IF43	IF42	IF41	IF40
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	IF4x ($x = 7-0$)	外部中断4请求标志 0：无中断请求 1：有中断请求 IF4x要由软件清0



8.7.5 中断向量

当一个中断产生时，程序计数器内容被压栈，相应的中断向量地址被加载程序计数器。中断向量的地址在**中断汇总表**中详细列出。

8.7.6 中断优先级

每个中断源都可被单独设置为4个中断优先级之一，分别通过清0或置1 IPL0，IPH0，IPL1，IPH1中相应位来实现。中断优先级服务程序描述如下：

响应一个中断服务程序时，可响应更高优先级的中断，但不能回应同优先级或低优先级的另一个中断。

响应最高级中断服务程序时，不响应其它任何中断。如果不同中断优先级的中断源同时申请中断时，响应较高优先级的中断申请。

如果同优先级的中断源在指令周期开始时同时申请中断，那么内部查询序列确定中断请求响应顺序。

中断优先级		
优先位		中断优先级
IPHx	IPLx	
0	0	等级0（最低优先级）
0	1	等级1
1	0	等级2
1	1	等级3（最高优先级）

Table 7. 27 中断优先级控制寄存器

B8H, B4H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
<u>IPL0</u>	-	PADCL*	PT2L	PS0L	-	-	-	-
<u>IPH0</u>	-	PADCH*	PT2H	PS0H	-	-	-	-
读/写	-	读/写	读/写	读/写	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	0	0	0	-	-	-	-
B9H, B5H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
<u>IPL1</u>	PSCML	PPWM1L	-	PT3L	PX4L	-	PREML	-
<u>IPH1</u>	PSCMH	PPWM1H	-	PT3H	PX4L	-	PREMH	-
读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	-	读/写	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	0	0	-	0	-

位编号	位符号	说明
7-0	PxxxL/H	相应中断源xxx优先级选择

带有*标记的功能不在SH77P1651中开放。



8.7.7 中断处理

中断标志在每个机器周期都会被采样获取。所有中断都在时钟的上升沿被采样。如果一个标志被置起，那么CPU捕获到后中断系统调用一个长转移指令（LCALL）调用其中断服务程序，但由硬件产生的LCALL会被下列任何条件阻止：

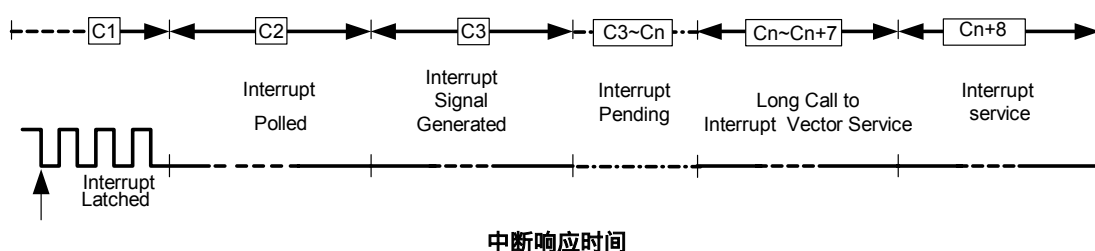
同级或更高级的优先级中断在运行中。

当前的周期不是执行指令的最后一个周期。换言之，正在执行的指令完成前，任何中断请求都得不到响应。

正在执行的是一条RET指令或者访问专用寄存器IEN0\1或是IPL\H的指令。换言之，在RET指令或者读写IEN0\1或是IPL\H之后，不会马上响应中断请求，而至少在执行一条其它指令之后才会响应。

注意：因为更改优先级通常需要2条指令，在此期间，建议关闭相应的中断以避免在修改优先级过程中产生中断。如果当模块状态改变而中断标志不再有效时，将不会响应此中断。每一个轮询周期只查询有效的中断请求。

轮询周期/LCALL次序如下图所示：



由硬件产生的LCALL把程序计数器中的内容压入堆栈（但不保存PSW），然后将相应中断源的向量地址（参照中断向量表）存入程序计数器。

中断服务程序从指定地址开始，到RET指令结束。RET指令通知处理器中断服务程序结束，然后把堆栈顶部两字节弹出，重加载程序计数器中，执行完中断服务程序后程序回到原来停止的地方。RET指令也可以返回到原来地址继续执行，但是中断优先级控制系统仍然认为一个同一优先级的中断被回应，这种情况下，当同一优先级或低优先级中断将不会被响应。

8.7.8 中断响应时间

如果检测出一个中断，这个中断的请求标志位就会在被检测后的每个机器周期被置起。内部电路会保持这个值直到下一个机器周期，CPU会在第三个机器周期产生中断。如果响应有效且条件允许，在下一个指令执行的时候硬件LCALL指令将调用请求中断的服务程序，否则中断被挂起。LCALL指令调用程序需要7个机器周期。因而，从外部中断请求到开始执行中断程序至少需要3+7个完整的机器周期。

当请求因前述的三个情况受阻时，中断响应时间会加长。如果同级或更高优先级的中断正在执行，额外的等待时间取决于正执行的中断服务程序的长度。

如果正在执行的指令还没有进行到最后一个周期，假如正在执行RET指令，则完成正在执行的RET指令，需要8个周期，加上为完成下一条指令所需的最长时间20个机器周期（如果该指令是16位操作数的DIV，MUL指令），若系统中只有一个中断源，再加上LCALL调用指令7个机器周期，则最长的响应时间是2+8+20+7个机器周期。

所以，中断响应时间一般大于10个机器周期小于37个机器周期。



8.7.9 外部中断输入

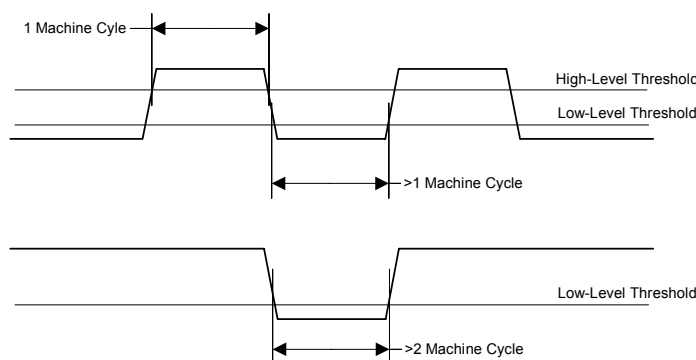
SH77P1651/SH77P1652有1个外部中断输入——外部中断4。外部中断4有8个中断源共享一个中断向量地址。外部中断4可以通过设置EXF0寄存器的IT4.0和IT4.1位来选择是电平触发或是边沿触发。当IT4.0和IT4.1 = 0时，外部中断INT4引脚为低电平触发；当IT4.0或IT4.1 = 1，外部中断INT4为沿触发，在这个模式中，一个周期内INT4引脚上连续采样为高电平/低电平而下个周期为低电平/高电平，EXF1寄存器的中断请求标志位置1，发出一个中断请求。由于外部中断引脚每个机器周期采样一次，输入高电平或低电平应当保持至少1个机器周期以确保能够被正确采样到。

如果外部中断为下降沿（上升沿）触发，外部中断源应当将中断脚至少保持1个机器周期高电平（低电平），然后至少保持1个机器周期低电平（高电平）。这样就确保了边沿能够被检测到以使IF40~IF47置1。当调用中断服务程序后，CPU自动将IF40~IF47清0。

如果外部中断为低电平（高电平）触发，外部中断源必须一直保持请求有效，直到产生所请求的中断为止，此过程需要2个系统时钟周期。如果中断服务完成后而外部中断仍旧维持，则会产生下一次中断。当中断为电平触发时不必清除中断标志IE0，因为中断只与输入口电平有关。

当SH77P1651/SH77P1652进入空闲或是掉电模式，中断会唤醒处理器继续工作，详见电源管理章节。

注意：外部中断4的中断标志位需要软件清0。



外部中断检测

8.7.10 中断汇总

中断源	向量地址	允许位	标志位	轮询优先级	中断号（C语言）
RESET	0000H	-	-	0（最高级）	-
EUART	0023H	ES	RI+TI	1	4
Timer2	002BH	ET2	TF2+EXF2	2	5
ADC*	0033H	EADC	ADCIF	3	6
REM	0043H	EREM	REMIF	4	8
INT4	0053H	EX4+IENC	IF47-40	5	10
Timer3	005BH	ET3	TF3	6	11
PWM1	006BH	EPWM1	PWM1IF	7	13
SCM	0073H	ESCM	SCMIF	8（最低级）	14

带有*标记的功能不在SH77P1651中开放。



9 加强功能

9.1 LCD 驱动器

9.1.1 特性

- 最大支持4×30、5×29的LCD驱动
- LCD驱动支持电阻型和电容型偏压产生电路
- 电阻型LCD驱动支持软件对比度调节和快速充电模式以降低功耗
- 电容型LCD驱动分为电容偏压型和内建电压稳定器型两种驱动方式

SH77P1651/SH77P1652提供两种不同方式的LCD驱动:电阻型LCD驱动和电容型LCD驱动,是通过代码选项OP_LCDSEL来选择的(详见代码选项部分)。其中电容型LCD驱动又分电容偏压型和内建电压稳定器型两种驱动方式,通过LCDCON寄存器TYPESEL位来选择,另外,只有当LCDON位置1时,LCD功能才会有效。

驱动器可编程为两种驱动模式:1/4占空比和1/3偏置电压,1/5占空比和1/3偏置电压。驱动模式可通过LCDCON寄存器的DUTY位控制。

当MCU进入空闲(Idle)模式或者在高频时钟下进入掉电(Power-Down)模式,LCD仍然会有效,RAM仍然会保持数据,否则LCD驱动关闭。

在上电复位、引脚复位、低电压复位或看门狗复位期间,LCD被关闭。

LCD由开启(ON)被设置为关闭(OFF)状态后,Common和Segment均输出低电平。

LCD时钟源为低频32KHz RC或者外部晶振32.768kHz,LCD帧频固定为64Hz。

9.1.2 电阻型 LCD 驱动器

电阻型LCD驱动器包含一个控制器,一个占空比发生器及4/5个COM输出引脚和30/29个Segment输出引脚。由P1SS、P2SS、P3SS、P4SS、P5SS寄存器控制,Segment 1-30和COM1-COM5脚还可以当作I/O口使用。30字节的LCD显示数据RAM存储区的地址为100H-11DH,如果需要,它们可以作为数据存储器使用。

由LCDCON寄存器的MOD[1:0]位控制可选择LCD偏置电阻(R_{LCD})总和为60k、450k或990k。选择60k偏置电阻可以得到较好的显示效果,但电流相对会大一些,不适合低功耗的应用。将LCDON的MOD[1:0]位设置为00选择990k偏置电阻,虽然可以达到较低的功耗,但LCD显示效果会变得差一些。

因此,MCU提供了兼顾低功耗和显示效果的显示模式:快速充电模式。设置MOD[1:0]=00-1x可以选择此种显示方式,在显示数据刷新时刻选择60k偏置电阻,提供较大的驱动电流,在数据保持期间选择450k或990k偏置电阻,提供较小的驱动电流。

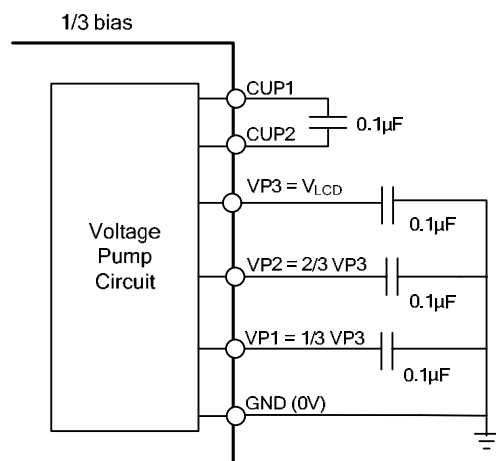
由LCDCON1寄存器的FCCTL[1:0]位选择充电时间为LCD com周期的1/4、1/8、1/16或1/32。



9.1.3 电容型 LCD 驱动器

电容偏压型LCD驱动器

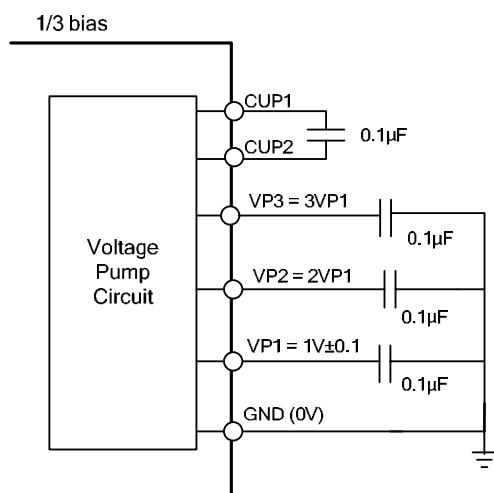
电容偏压型LCD驱动电压 V_{LCD} 等于VDD。



电容偏压型LCD驱动器包含一个控制器，一个占空比发生器及4/5个COM输出引脚和30/29个Segment输出引脚。由P1SS、P2SS、P3SS、P4SS、P5SS寄存器控制，Segment 1-30和COM1-COM5脚还可以当作I/O口使用。30字节的LCD显示数据RAM存储区的地址为100H-11DH，如果需要，它们可以作为数据存储器使用。

内建电压稳定器型LCD驱动器

内建一个电压稳定器，当VDD 介于1.8V及3.6V之间时，它可以产生一个稳定的电压。

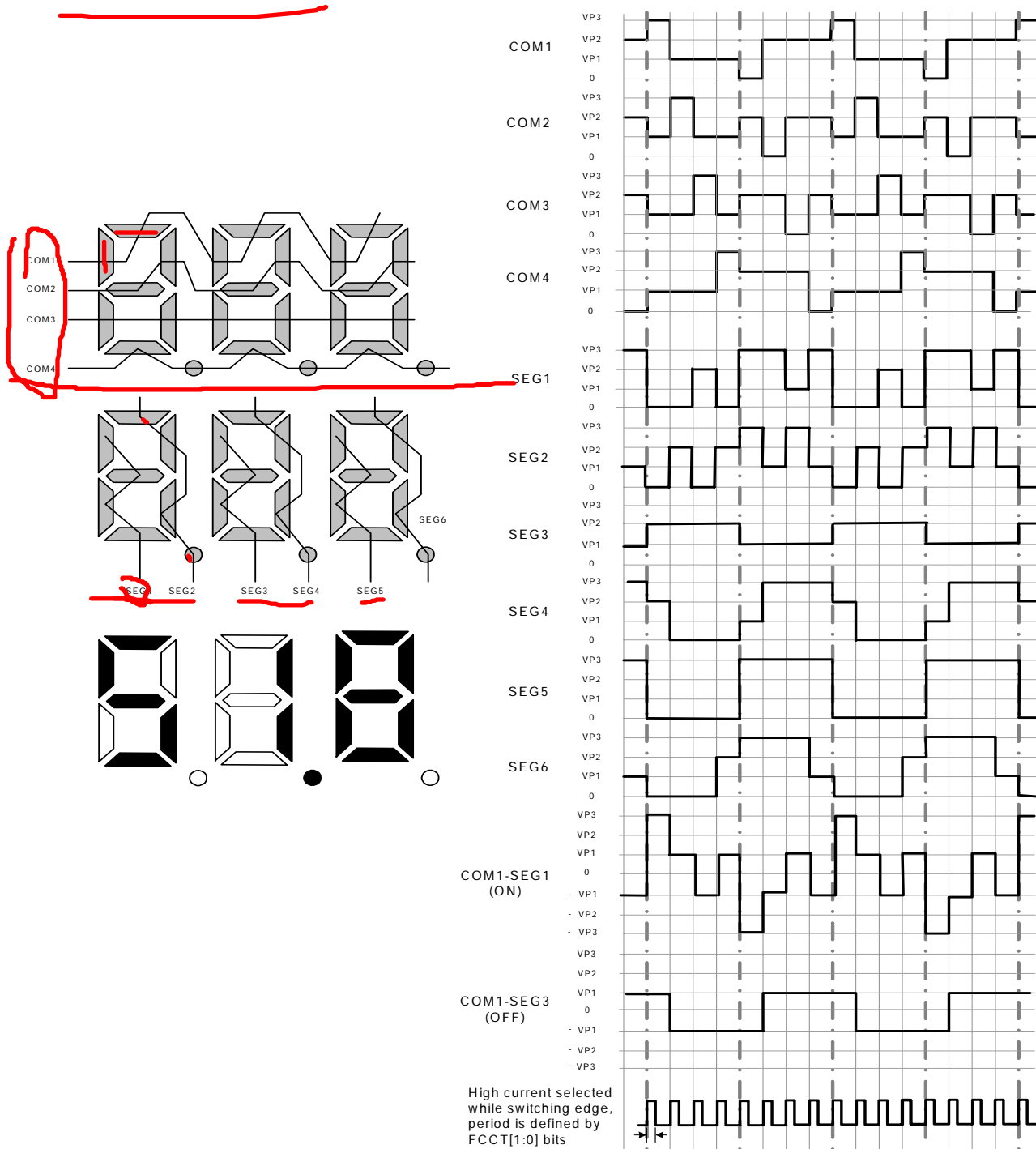


电容型LCD驱动器包含一个控制器，一个电压发生器，一个占空比发生器及4/5个COM输出引脚和30/29个Segment输出引脚。由P1SS、P2SS、P3SS、P4SS、P5SS寄存器控制，Segment 1-30和COM1-COM5脚还可以当作I/O口使用。30字节的LCD显示数据RAM存储区的地址为100H-11DH，如果需要，它们可以作为数据存储器使用。

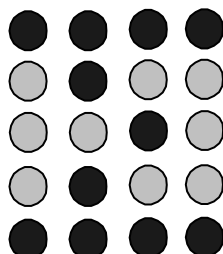
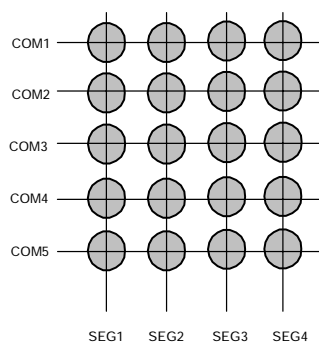
注：为更有效的使用电容型LCD驱动器，用户必须先设置PUMPON，LCDON位之外的所有控制位，然后设置PUMPON位，在延迟之后（至少25ms）打开LCD，即LCDON位置1，点亮LCD面板。



9.1.4 LCD 波形



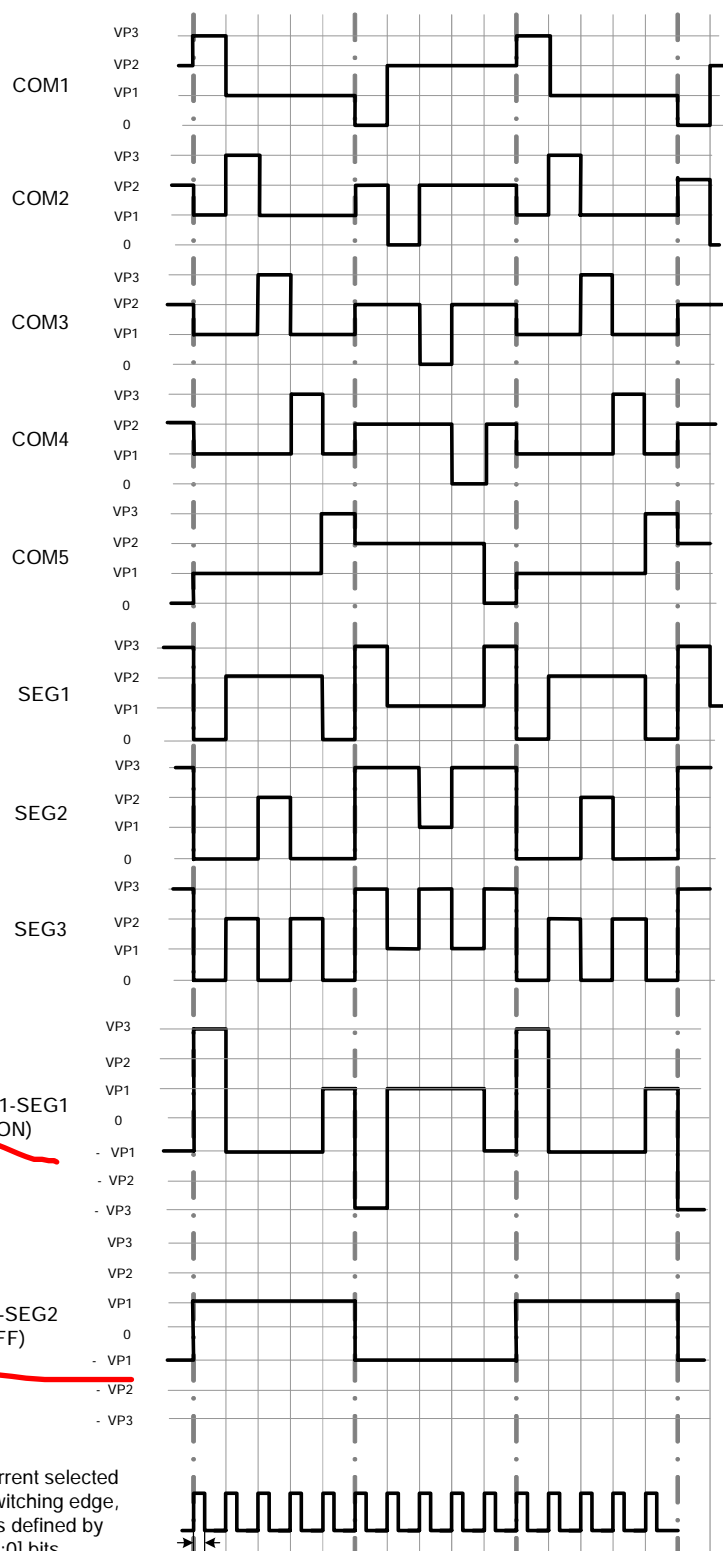
LCD 显示51.8 (1/4 占空比, 1/3 偏压)



COM1-SEG1
(ON)

COM3-SEG2
(OFF)

High current selected
while switching edge,
period is defined by
FCCT[1:0] bits



LCD 显示 (1/5 占空比, 1/3 偏压)



9.1.5 寄存器

Table 8. 1 LCD控制寄存器

ABH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LCDCON	LCDON	PUMPON	-	DUTY	TYPESEL	VOL2	VOL1	VOL0
读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	LCDON	LCD使能控制位 0: 禁止LCD驱动器 1: 允许LCD驱动器
6	PUMPON	PUMP打开/关闭控制位 0: 禁止LCD PUMP 1: 允许LCD PUMP 注: PUMPON必须为1, 电容偏压型和电压稳定器型LCD才有效
4	DUTY	LCD占空比选择位 0: 1/4占空比, 1/3偏置, P4.5作为Segment或者I/O 1: 1/5占空比, 1/3偏置, P4.5作为Common
3	TYPESEL	LCD电容型驱动方式选择位 0: 选择电容偏压型LCD驱动方式 1: 选择内建电压稳定器型LCD驱动方式
2-0	VOL[2 : 0]	LCD对比度控制位 000: $V_{LCD} = 0.650 V_{DD}$ 001: $V_{LCD} = 0.700 V_{DD}$ 010: $V_{LCD} = 0.750 V_{DD}$ 011: $V_{LCD} = 0.800 V_{DD}$ 100: $V_{LCD} = 0.850 V_{DD}$ 101: $V_{LCD} = 0.900 V_{DD}$ 110: $V_{LCD} = 0.950 V_{DD}$ 111: $V_{LCD} = 1.000 V_{DD}$ 注: 当选择电容型LCD驱动时, 此3位无效

Table 8. 2 LCD控制寄存器1

AAH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LCDCON1	-	-	FCCTL1	FCCTL0	-	RLCD	MOD1	MOD0
读/写	-	-	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	0	0	-	0	0	0



位编号	位符号	说明
5-4	FCCTL[1:0]	充电时间控制位 00: 1/4 LCD com周期 01: 1/8 LCD com周期 10: 1/16 LCD com周期 11: 1/32 LCD com周期
2	RLCD	LCD偏置电阻选择位 0 : LCD偏置电阻总和为450k 1 : LCD偏置电阻总和为990k
1-0	MOD[1:0]	驱动模式选择位 00 : 传统电阻型模式, 偏置电阻总和为450k/990k 01 : 传统电阻型模式, 偏置电阻总和为60k 1x : 快速充电模式, 偏置电阻总和自动在60k和450k/990k之间切换

注: 该寄存器所有位当选择了电容型LCD驱动时都无效

Table 8. 3 P1模式选择寄存器

ADH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P1SS	P1S7	P1S6	P1S5	P1S4	P1S3	P1S2	P1S1	P1S0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	P1S[7:0]	P1口模式选择位 0 : P1.7-P1.0作为I/O 1 : P1.7-P1.0作为Segment (SEG8 – SEG1)

Table 8. 4 P2模式选择寄存器

BBH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P2SS	P2S7	P2S6	P2S5	P2S4	P2S3	P2S2	P2S1	P2S0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	P2S[7:0]	P2口模式选择位 0 : P2.7-P2.0作为I/O 1 : P2.7-P2.0作为Segment (SEG16 – SEG9)

Table 8. 5 P3模式选择寄存器

BCH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P3SS	P3S7	P3S6	P3S5	P3S4	P3S3	P3S2	P3S1	P3S0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
-----	-----	----



SH77P1651/1652

7-0	P3S[7:0]	P3口模式选择位 0 : P3.7-P3.0作为I/O 1 : P3.7-P3.0作为Segment (SEG24 – SEG17)
-----	----------	---

Table 8. 6 P3模式选择寄存器

BDH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P4SS	P4S7	P4S6	P4S5	P4S4	P4S3	P4S2	P4S1	P4S0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	P4S[7:0]	P4口模式选择位 0 : P4.7-P4.0作为I/O 1 : P4.7-P4.6作为Common (COM3 – COM4) ,P4.5-P4.0作为Segment (SEG30 – SEG25) ,

注：COM5通过LCD控制寄存器DUTY位选择

Table 8. 7 P5模式选择寄存器

BEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P5SS	-	-	-	-	-	-	P5S1	P5S0
读/写	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
1-0	P5S[1:0]	P5.x口模式选择位(x=1,0) 0 : P5.1-P5.0作为I/O 1 : P5.1-P5.0作为Common (COM1 – COM2)

**9.1.6 LCD RAM 配置****LCD 1/4占空比, 1/3偏置 (COM1 - 4, SEG1 - 30)**

地址	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	COM4	COM3	COM2	COM1
100H	-	-	-	-	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1
101H	-	-	-	-	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2
102H	-	-	-	-	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3
103H	-	-	-	-	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4
104H	-	-	-	-	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5
105H	-	-	-	-	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6
106H	-	-	-	-	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7
107H	-	-	-	-	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8
108H	-	-	-	-	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9
109H	-	-	-	-	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10
10AH	-	-	-	-	SEG11	SEG11	SEG11	SEG11
10BH	-	-	-	-	SEG12	SEG12	SEG12	SEG12
10CH	-	-	-	-	SEG13	SEG13	SEG13	SEG13
10DH	-	-	-	-	SEG14	SEG14	SEG14	SEG14
10EH	-	-	-	-	SEG15	SEG15	SEG15	SEG15
10FH	-	-	-	-	SEG16	SEG16	SEG16	SEG16
110H	-	-	-	-	SEG17	SEG17	SEG17	SEG17
111H	-	-	-	-	SEG18	SEG18	SEG18	SEG18
112H	-	-	-	-	SEG19	SEG19	SEG19	SEG19
113H	-	-	-	-	SEG20	SEG20	SEG20	SEG20
114H	-	-	-	-	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21
115H	-	-	-	-	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22
116H	-	-	-	-	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23
117H	-	-	-	-	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24
118H	-	-	-	-	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25
119H	-	-	-	-	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26
11AH	-	-	-	-	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27
11BH	-	-	-	-	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28
11CH	-	-	-	-	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29
11DH	-	-	-	-	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30



SH77P1651/1652

LCD 1/5占空比, 1/3偏置 (COM1 - 5, SEG1 - 29)

地址				4	3	2	1	0
				COM5	COM4	COM3	COM2	COM1
100H	-	-	-	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1
101H	-	-	-	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2
102H	-	-	-	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3
103H	-	-	-	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4
104H	-	-	-	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5
105H	-	-	-	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6
106H	-	-	-	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7
107H	-	-	-	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8
108H	-	-	-	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9
109H	-	-	-	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10
10AH	-	-	-	SEG11	SEG11	SEG11	SEG11	SEG11
10BH	-	-	-	SEG12	SEG12	SEG12	SEG12	SEG12
10CH	-	-	-	SEG13	SEG13	SEG13	SEG13	SEG13
10DH	-	-	-	SEG14	SEG14	SEG14	SEG14	SEG14
10EH	-	-	-	SEG15	SEG15	SEG15	SEG15	SEG15
10FH	-	-	-	SEG16	SEG16	SEG16	SEG16	SEG16
110H	-	-	-	SEG17	SEG17	SEG17	SEG17	SEG17
111H	-	-	-	SEG18	SEG18	SEG18	SEG18	SEG18
112H	-	-	-	SEG19	SEG19	SEG19	SEG19	SEG19
113H	-	-	-	SEG20	SEG20	SEG20	SEG20	SEG20
114H	-	-	-	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21
115H	-	-	-	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22
116H	-	-	-	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23
117H	-	-	-	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24
118H	-	-	-	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25
119H	-	-	-	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26
11AH	-	-	-	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27
11BH	-	-	-	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28
11CH	-	-	-	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29



9.2 模/数转换器 (ADC) (SH77P1651 无此功能)

9.2.1 特性

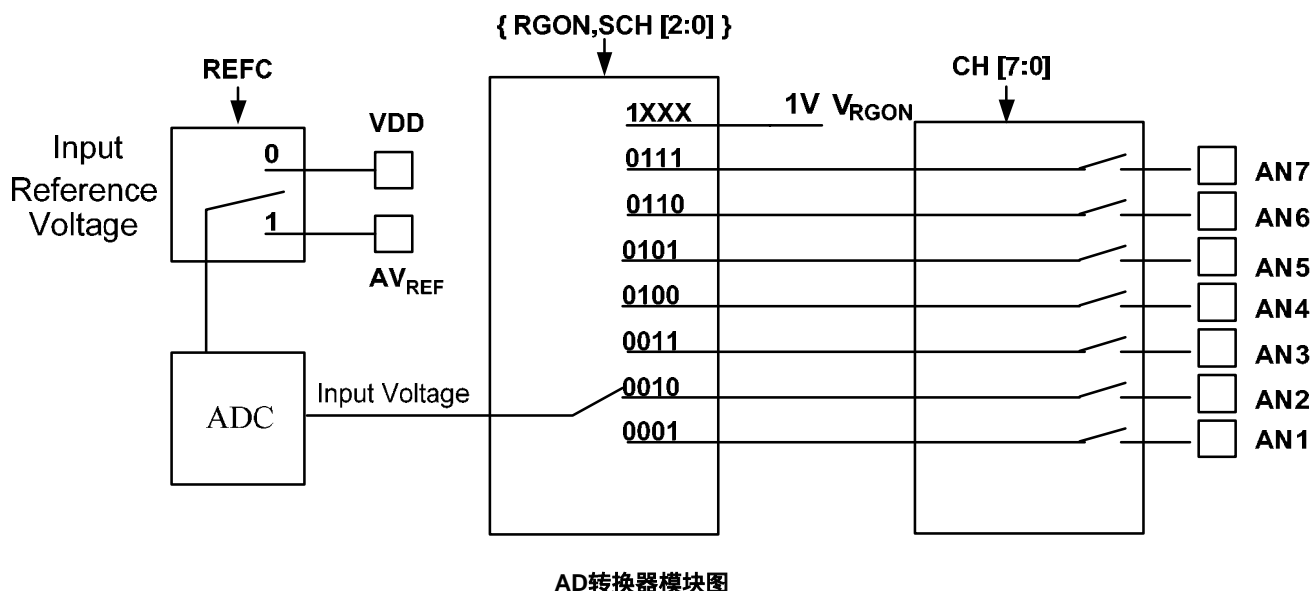
- 10位分辨率
- 可选外接或内建基准电压
- 7通道模拟输入,另有1个通道可接内部1V恒压源,用于电池电量检测

SH77P1652包含一个单端型、10位逐次逼近型模/数转换器(ADC)。ADC内建的基准电压 V_{REF} 直接与 V_{DD} 相连,用户也可以选择 AV_{REF} 端口输入基准电压。7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。另有1通道可通过 $RGON$ 位配置为连接至内部恒压源上。 $GO/DONE$ 信号控制开始转换,提示转换结束。当转换完成时,更新ADC数据寄存器,设置 $ADCON$ 寄存器中的 $ADCIF$ 位,并产生一个中断(如果ADC中断被允许)。

ADC模块整合数字比较功能可以比较ADC中的模拟输入的值与数字值。如果允许数字比较功能(在 $ADCON$ 寄存器中的 EC 位置1),并且ADC模块使能(在 $ADCON$ 寄存器中的 $ADON$ 位置1),只有当相应的模拟输入的数字值大于寄存器中的比较值($ADDH/L$)时,才会产生ADC中断。当 $GO/DONE$ 置1时,数字比较功能会持续工作,直到 $GO/DONE$ 清0。这一点与模数转换工作方式不同。

带数字比较功能的ADC模块能在Idle模式下工作,并且ADC中断能够唤醒Idle模式。但是,在掉电模式下,ADC模块被禁止。

9.2.2 ADC 模块图





9.2.3 寄存器

Table 8. 8 ADC控制寄存器

93H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADCON	ADON	ADCIF	EC	REFC	SCH2	SCH1	SCH0	GO/DONE
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	ADON	ADC控制位 0：关闭ADC模块 1：打开ADC模块
6	ADCIF	ADC标志中断标志 0：无ADC中断，由软件清0 1：由硬件置1，表示已完成AD转换或者模拟输入大于ADDATH/L (如果比较功能打开)
5	EC	比较功能允许位 0：关闭比较功能 1：打开比较功能
4	REFC	基准电压选择位 0：选择内部VDD为基准电压 1：选择外部AVREF端口输入为基准电压
3-1	SCH[2:0]	ADC通道选择位 000：无效 001：ADC通道AN1 010：ADC通道AN2 011：ADC通道AN3 100：ADC通道AN4 101：ADC通道AN5 110：ADC通道AN6 111：ADC通道AN7 注：使用AN1-AN7通道时，ADCON1寄存器RGON位必须置0
0	GO/DONE	ADC状态标志位 0：当完成AD转换时，该位由硬件自动清0。如在转换期间清0该位会中止当前的转换。如果允许数字比较功能，该位只能软件清0，不能硬件清0 1：设置开始AD转换或者启动数字比较功能

注意：当选择外部AVREF端口输入为基准电压时（REFC = 1），P3.7作为V_{REF}输入。



Table 8. 9 ADC控制寄存器1

8FH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADCON1	RGON	-	-	-	-	-	-	-
读/写	读/写	-	-	-	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	-	-	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7	RGON	RGON控制位 0 : ADC通道不接入内部 1V 恒压源, 可选择AN1-AN7 1 : ADC通道接入内部 1V 恒压源, 不选择AN1-AN7

注意：当RGON位使能的时候，ADC的输入为1V恒压源，可以用来作为电源电压监测。

Table 8. 10 ADC定时控制寄存器

94H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADT	TADC2	TADC1	TADC0	-	TS3	TS2	TS1	TS0
读/写	读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-5	TADC[2:0]	ADC时钟周期选择位 000 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 2 t_{SYS}$ 001 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 4 t_{SYS}$ 010 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 6 t_{SYS}$ 011 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 8 t_{SYS}$ 100 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 12 t_{SYS}$ 101 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 16 t_{SYS}$ 110 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 24 t_{SYS}$ 111 : ADC时钟周期 $t_{AD} = 32 t_{SYS}$
3-0	TS[3:0]	采样时间选择位 $2 t_{AD} \leq \text{采样时间} = (TS[3:0]+1) * t_{AD} \leq 15 t_{AD}$

注意:

- (1) 请确保ADC时钟周期 $t_{AD} \geq 1\mu s$;
- (2) 即使 $TS[3:0] = 0000$ ，最小采样时间为 $2t_{AD}$;
- (3) 即使 $TS[3:0] = 1111$ ，最大采样时间为 $15t_{AD}$;
- (4) 在设置 $TS[3:0]$ 前，请估算连接到ADC输入引脚的串联电阻；
- (5) 选择 $2 * t_{AD}$ 为采样时间时，请确保连接到ADC输入引脚的串联电阻小于 $10k\Omega$ ；
- (6) 全部转换时间= $12t_{AD} + \text{采样时间}$ 。



举例说明：

系统时钟 (SYSCLK)	TADC[2:0]	t_{AD}	TS[3:0]	采样时间	转换时间
32.768kHz	000	$30.5 \times 2 = 61\mu s$	0000	$2 \times 61 = 122\mu s$	$12 \times 61 + 122 = 854\mu s$
	000	$30.5 \times 2 = 61\mu s$	0111	$8 \times 61 = 488\mu s$	$12 \times 61 + 488 = 1220\mu s$
	000	$30.5 \times 2 = 61\mu s$	1111	$15 \times 61 = 915\mu s$	$12 \times 61 + 915 = 1647\mu s$
	111	$30.5 \times 32 = 976\mu s$	0000	$2 \times 976 = 1952\mu s$	$12 \times 976 + 1952 = 13664\mu s$
	111	$30.5 \times 32 = 976\mu s$	0111	$8 \times 976 = 7808\mu s$	$12 \times 976 + 7808 = 19520\mu s$
	111	$30.5 \times 32 = 976\mu s$	1111	$15 \times 976 = 14640\mu s$	$12 \times 976 + 14640 = 26352\mu s$
4MHz	000	$0.25 \times 2 = 0.5\mu s$	-	-	($t_{AD} < 1\mu s$, 不推荐)
	001	$0.25 \times 4 = 1\mu s$	0000	$2 \times 1 = 2\mu s$	$12 \times 1 + 2 = 14\mu s$
	001	$0.25 \times 4 = 1\mu s$	0111	$8 \times 1 = 8\mu s$	$12 \times 1 + 8 = 20\mu s$
	001	$0.25 \times 4 = 1\mu s$	1111	$15 \times 1 = 15\mu s$	$12 \times 1 + 15 = 27\mu s$
	111	$0.25 \times 32 = 8\mu s$	0000	$2 \times 8 = 16\mu s$	$12 \times 8 + 16 = 112\mu s$
	111	$0.25 \times 32 = 8\mu s$	0111	$8 \times 8 = 64\mu s$	$12 \times 8 + 64 = 160\mu s$
	111	$0.25 \times 32 = 8\mu s$	1111	$15 \times 8 = 120\mu s$	$12 \times 8 + 120 = 216\mu s$

Table 8. 11 ADC通道设置寄存器

95H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADCH	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1	CH0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	CH[7:0]	通道配置位 0 : P2.7,P3.6- P3.1作为I/O端口 1 : P2.7,P3.6- P3.1作为ADC输入口

Table 8. 12 AD转换数据寄存器（比较值寄存器）

96H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADDL	-	-	-	-	-	-	A1	A0
读/写	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	0	0
97H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADDH	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
1-0 7-0	A9-A0	ADC数据寄存器 采样模拟电压的数字值。当完成转换后，这个值会更新。 如果ADC数字比较功能使能(EC = 1)，这个值将与模拟输入进行比较。



启动ADC转换步骤：

- (1) 选择模拟输入通道
- (2) 使能ADC模块
- (3) GO/DONE置1开始ADC转换
- (4) 等待GO/DONE = 0或者ADCIF = 1，如果ADC中断使能，则ADC中断将会产生，用户需要软件清0 ADCIF
- (5) 从ADDH/ADDL获得转换数据
- (6) 重复步骤3-5开始另一次转换

启动数字比较功能步骤：

- (1) 选择模拟输入通道
- (2) 写入ADDH/ADDL，设置比较值
- (3) EC置1使能数字比较功能
- (4) 使能ADC模块
- (5) GO/DONE置1开始数字比较功能
- (6) 如果模拟输入的值比设置的比较值大，ADIF会被置1。如果ADC中断使能，则ADC中断将会产生，用户需要软件清0 ADCIF
- (7) 数字比较功能会持续工作，直到GO/DONE清0



9.3 脉冲宽度调制 (PWM)

9.3.1 特性

- 提供1个8位PWM1输出，兼做8位定时器，兼做遥控载波发生器
- 输出极性可选择

9.3.2 (8位) 脉冲宽度调制 PWM1

特性

- 8位精度PWM模块
- 提供每个PWM周期溢出中断，兼做8位定时器
- 输出极性可选择

SH77P1651/SH77P1652内建1个8位PWM1模块。PWM1 模块可以产生周期和占空比分别可以调整的脉宽调制波形。寄存器PWM1CON用于控制PWM1模块的时钟源，寄存器PWM1P用于设置PWM1模块的周期，寄存器PWM1D用于设置PWM1模块的占空比。

寄存器

Table 8. 13 PWM1控制寄存器

DCH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PWM1CON	PWM1EN	PWM1S	PWM1CK1	PWM1CK0	-	-	PWM1IF	PWM1SS
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
7	PWM1EN	PWM1 模块控制位 0：禁止PWM1模块 1：允许PWM1模块
6	PWM1S	PWM1输出模式 0：高电平驱动：PWM1占空比期间输出高电平，占空比溢出后输出低电平 1：低电平驱动，PWM1占空比期间输出低电平，占空比溢出后输出高电平
5-4	PWM1CK [1:0]	PWM1时钟选择位： 00：系统时钟/1 01：系统时钟/2 10：系统时钟/4 11：系统时钟/8
1	PWM1IF	PWM1中断标志位 0：PWM1周期计数器没有溢出。 1：PWM1周期计数器溢出,由硬件置1,硬件清0
0	PWM1SS	PWM1输出控制位： 0：PWM1输出禁止，用作I/O功能 1：PWM1输出允许



Table 8. 14 PWM1周期控制寄存器

DDH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PWM1P	PWM1P.7	PWM1P.6	PWM1P.5	PWM1P.4	PWM1P.3	PWM1P.2	PWM1P.1	PWM1P.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	PWM1P.7-0	PWM1 输出周期 = PWM1P * PWM时钟 注意： 1) 当PWM1P = 00H时，如果PWM1S=0，PWM1引脚输出低 2) 当PWM1P = 00H时，如果 PWM1S=1，PWM1引脚输出高

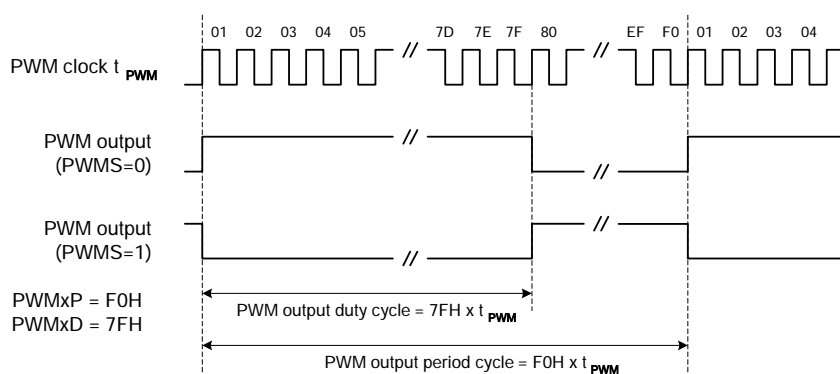
Table 8. 15 PWM1占空比控制寄存器

DEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PWM1D	PWM1D.7	PWM1D.6	PWM1D.5	PWM1D.4	PWM1D.3	PWM1D.2	PWM1D.1	PWM1D.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

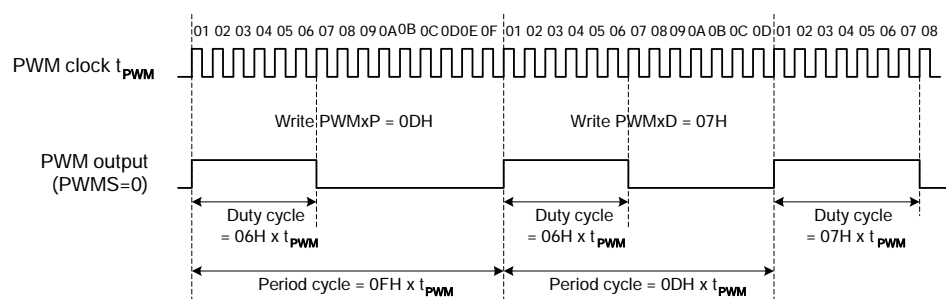
位编号	位符号	说明
7-0	PWM1D.7-0	PWM1占空比控制，控制PWM波形占空比的输出时间 注意： 1) 当 $PWM1P \leq PWM1D$ 时 如果PWM1S=0，则PWM1引脚输出高电平 如果PWM1S=1，则PWM1引脚输出低电平 2) 当 $PWM1D=00H$ 时 如果PWM1S =0，则PWM1引脚输出低电平 如果PWM1S =1，则PWM1引脚输出高电平

注意事项:

1. PWM1EN位：控制PWM1模块打开。
2. PWM1SS 位：选择 P5.4 端口作为I/O端口，还是PWM1输出端口。
3. 在IEN1寄存器中的EPWM1位：能允许/禁止PWM1中断。



PWM 输出范例



PWM 输出周期或者占空比改变范例



9.4 (8位) 基于 PWM1 的红外发射模块 (REM) :

REM端口灌电流达到500mA, 能直接驱动遥控载波。

红外发射原理:

- 1) 将红外发射的包络时间转化为载波的个数(REMNUMH:REMNUML), 软件设置包络寄存器中载波的个数, 软件启动发送
- 2) 硬件发送包络中的载波数, 红外波发射过程中, MCU可以完成其他功能
- 3) 本次包络中的载波发送完毕, 硬件自动装载下一个包络中的载波个数(REMNUMH:REMNUML)
- 4) 当硬件载入REMNUMH[5:0], REMNUML[7:0]为全0时, 红外二极管无REM波产生, REM端口呈高阻状态

Table 8. 16 红外发射控制寄存器

D9H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
REMCN	-	-	-	-	-	-	REMIF	REMSW
读/写	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
1	REMIF	红外发射中断标志位: 0: REM包络计数器没有溢出 1: REM包络计数器溢出, 由硬件置1, 硬件清0
0	REMSW	红外发射功能使能开关: (PWM1SS置1, 此位设置才有效) 0: P5.4端口作为PWM1输出 1: P5.4端口作为红外应用 (端口为高阻或低电平)

Table 8. 20 红外发射包络载波个数寄存器

DAH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
REMNUMH	REMHLSIGN	-	REMNUMH .5	REMNUMH .4	REMNUMH .3	REMNUMH .2	REMNUMH .1	REMNUMH .0
读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	0	0	0	0	0	0

DBH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
REMNUML	REMNUML .7	REMNUML .6	REMNUML .5	REMNUML .4	REMNUML .3	REMNUML .2	REMNUML .1	REMNUML .0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	REMHLSIGN	红外发射二极管包络电平标志 0: 低电平包络 (红外二极管截止, 时长为: 载波个数 * T _{pwm1}) 1: 高电平包络 (红外二极管发射载波, 时长为: 载波个数 * T _{pwm1})



		(载波个数由RMMNUM,RENMNUL确定)
6	-	-
5-0	REMNUMH.x	红外发射二极管包络载波个数控制高位, y = 0 - 5
7-0	REMNUML.x	红外发射二极管包络载波个数控制低位, x = 0 - 7

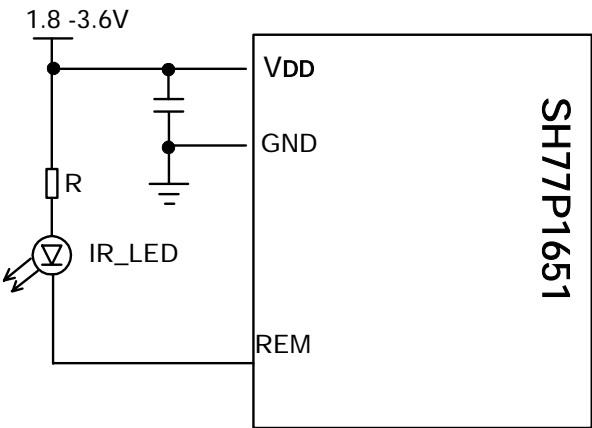


图8.4-1典型应用电路
(电阻R选取: 请根据红外二极管参数以及代码选项REM驱动电流配置选取)

产生38KHZ载波参考程序

REM端口发送如下A B C D载波 (如图8.4-2所示)

/*aiRemCod存放发码中ABCD的包e络中载波的个数, 分为

高8位:数据高6位和包络高低标志位

低8位:数据低8位

*/

char g_aiRemCode[5][2] = {{0x80,0x04},{0x00,0x02},{0x80,0x03},{0x00,0x03},{0x00,0x00}};

/* A B C D 结束 */

void REM_InitCarrier(void)

```
{
    PWM1CON = 0x44;          //低电平驱动, 选择REM功能, 选择系统时钟4MHZ
    PWM1P    = 0x69;          //设置载波频率为38KHZ
    PWM1D    = 0x23;          //设置载波占空比为33%
    REMNUMH  = g_aiRemCode[0][0]; //设置包络A中的38kHz载波个数, 高包络标志
    REMNUML  = g_aiRemCode[0][1];
    IEN1     |= 0x02;         //允许REM中断
    PWM1CON  |= 0x80;         //PWM输出
    REMNUMH  = g_aiRemCode[1][0]; //设置包络B中的38kHz载波个数, 低包络标志
    REMNUML  = g_aiRemCode[1][1];
}
```

void REM_IntSetInfrared(void) interrupt 8

```
{
    static unsigned int i = 1;
    unsigned int j = 0;
    i = i + 1;

    /*判断REMNUMH和REMNUML都为0时, 红外发射结束*/
    if((REMNUML == 0x00)&&(REMNUMH == 0x00))
    {
```




```
/*软件关闭PWM波*/
PWM1CON &= 0x7F ;
i = 1;
}
else
{
/*设置下一次包络中的载波个数和包络高低位标志*/
REMNUMH = g_auRemCode[i][j];
REMNUML = g_auRemCode[i][j+1];
}
}
```

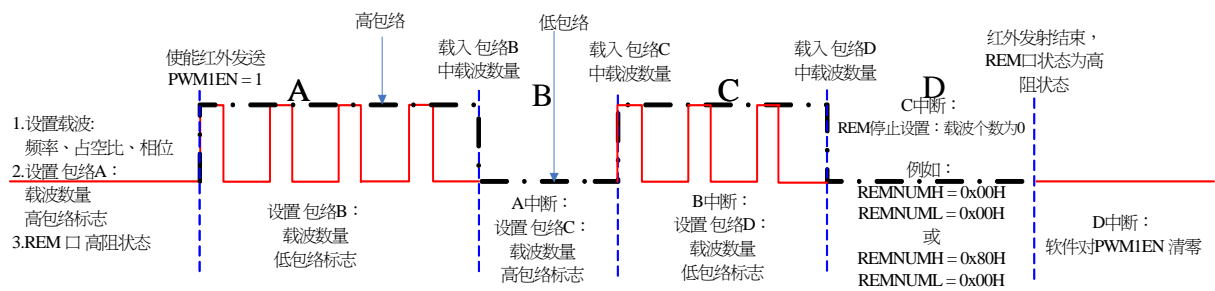


图8.4-2 红外二极管输出电压波形



9.5 增强型通用异步收发器（EUART）

9.5.1 特性

- SH77P1651/SH77P1652带有1个EUART，兼容传统8051
- 自带波特率发生器，是一个15位向上计数器
- 增强功能包括帧出错检测及自动地址识别
- EUART有四种工作方式

注：EUART使用时必须将系统时钟切换至内部4MHz高频时钟

9.5.2 EUART 工作方式

EUART有4种工作方式。在通信之前用户必须先初始化SCON，选择方式和波特率。

在所有四种方式中，任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送。在方式0中由条件RI = 0和REN = 1初始化接收。这会在TXD引脚上产生一个时钟信号，然后在RXD引脚上移8位数据。在其它方式中由输入的起始位初始化接收(如果REN = 1)。外部发送器通信以发送起始位开始。

Table 8. 17 EUART方式列表

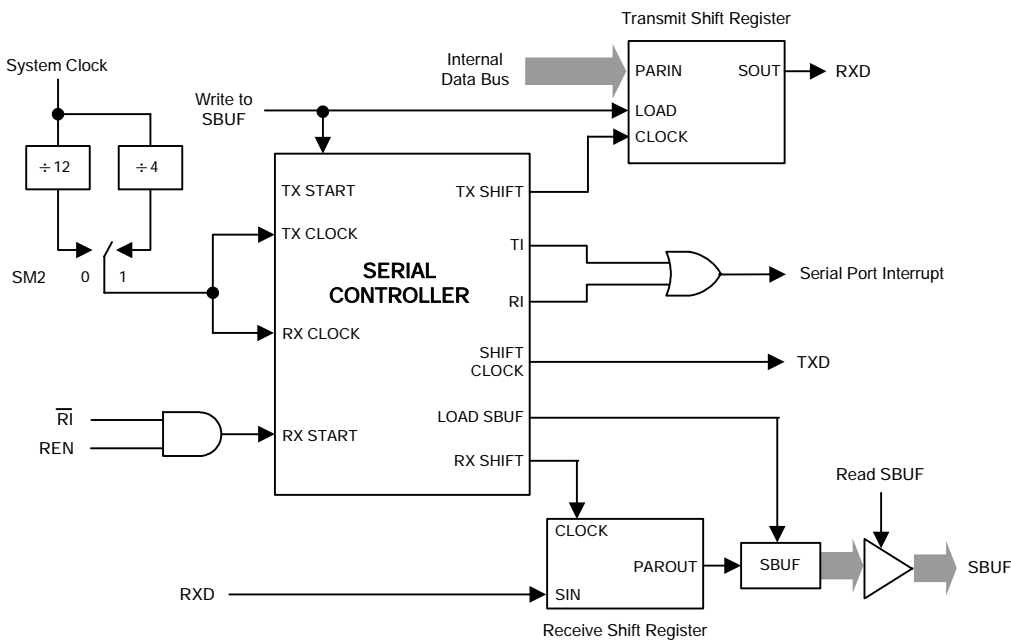
SM0	SM1	方式	类型	波特率	帧长度	起始位	停止位	第9位
0	0	0	同步	$f_{sys}/(4或12)$	8位	无	无	无
0	1	1	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	10位	1	1	无
1	0	2	异步	$f_{sys}/(32或64)$	11位	1	1	0, 1
1	1	3	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	11位	1	1	0, 1

方式0: 同步，半双工通讯

方式0支持与外部设备的同步通信。在RXD引脚上收发串行数据。TXD引脚用作发送移位时钟。SH77P1651/SH77P1652提供TXD引脚上的移位时钟。因此这个方式是串行通信的半双工方式。在这个方式中，每帧收发8位，低位先接收或发送。

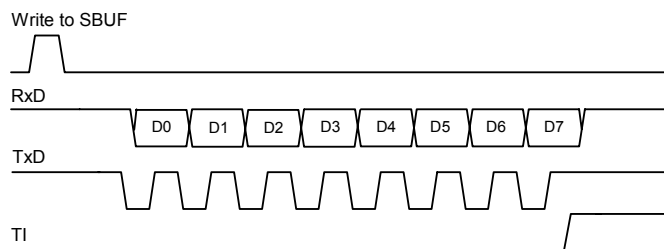
通过置SM2位（SCON.5）为0或1，波特率固定为系统时钟的1/12或1/4。当SM2位为0时，串行端口以系统时钟的1/12运行。当置1时，串行端口以系统时钟的1/4运行。与标准8051唯一不同的是，SH77P1651/SH77P1652在方式0中有可变波特率。

功能块框图如下图所示。数据通过RXD引脚进入和移出串行端口。移位元时钟由TXD引脚输出，用来移位进出SH77P1651/SH77P1652的数据。



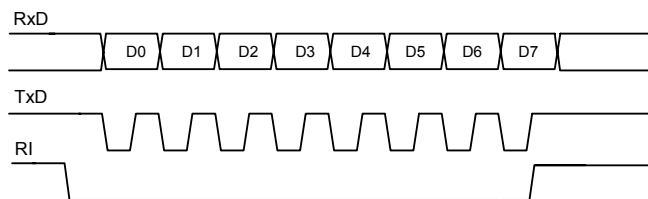


任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送。下一个系统时钟Tx控制块开始发送。数据转换发生在移位元时钟的下降沿，移位寄存器的内容逐次从左往右移位，空位置0。当移位寄存器中的所有8位都发送后，Tx控制模块停止发送操作，然后在下一个系统时钟的上升沿将TI置1（SCON.1）。



Send Timing of Mode 0

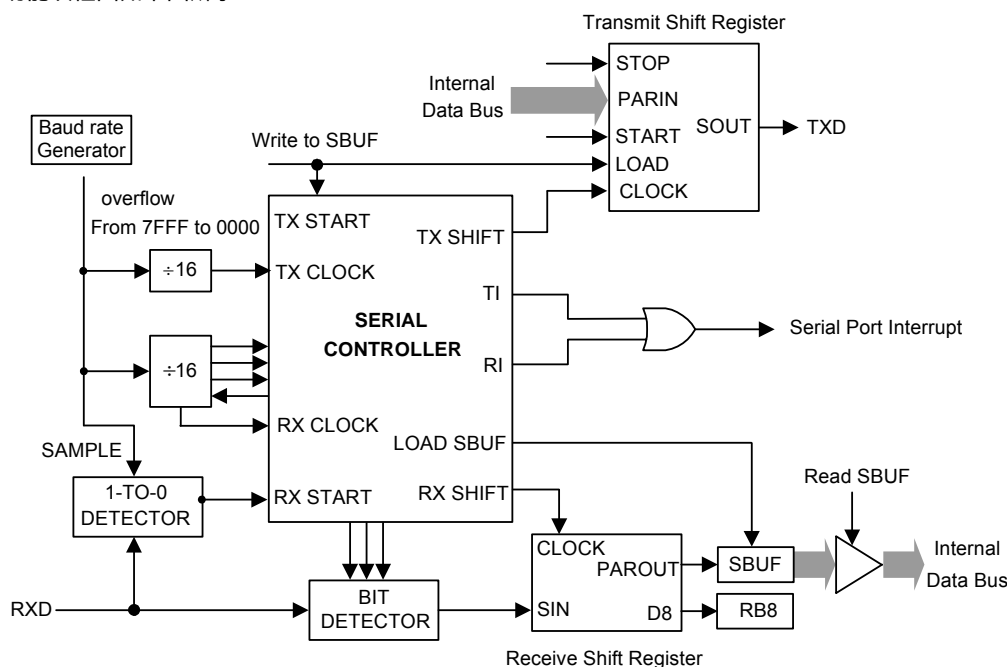
REN（SCON.4）置1和RI（SCON.0）清0初始化接收。下一个系统时钟启动接收，在移位元时钟的上升沿锁存数据，接收转换寄存器的内容逐次向左移位元。当所有8位都接收到接收移位寄存器中后，Rx控制块停止接收，然后在下一个系统时钟的上升沿上RI置1，直到被软件清0才允许接收。



Receive Timing of Mode 0

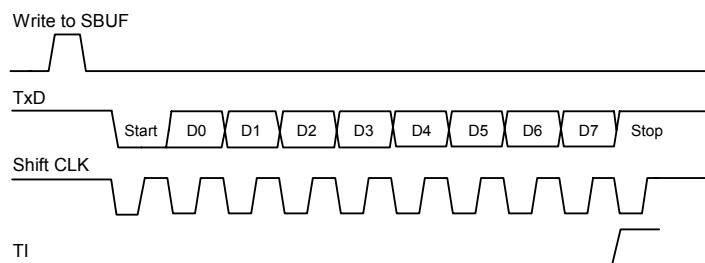
方式1: 8位EUART，可变波特率，异步全双工

方式1提供10位全双工异步通信，10位由一个起始位（逻辑0），8个数据位（低位为第一位），和一个停止位（逻辑1）组成。在接收时，这8个数据位存储在SBUF中而停止位储存在RB8（SCON.2）中。方式1中的波特率固定为自带波特率发生器溢出的1/16。功能块框图如下图所示：





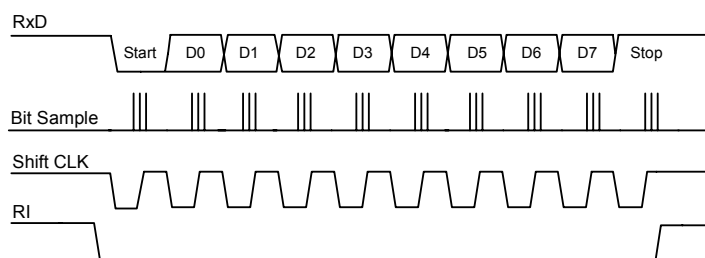
任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送，实际上发送是从16分频计数器中的下一次跳变之后的系统时钟开始的，因此位时间与16分频计数器是同步的，与对SBUF的写操作不同步。起始位首先在TXD引脚上移出，然后是8位数据位。在发送移位寄存器中的所有8位数据都发送完后，停止位在TXD引脚上移出，在停止位发出的同时TI标志置1。

**Send Timing of Mode 1**

只有REN位置1时才允许接收。当RXD引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此，CPU对RXD不断采样，采样速率为波特率的16倍。当检测下降沿时，16分频计数器立即复位，这有助于16分频计数器与RXD引脚上的串行数据位同步。16分频计数器把每一位的时间分为16个状态，在第7、8、9状态时，位检测器对RXD端的电平进行采样。为抑制噪声，在这3个状态采样中至少有2次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是0，说明这位不是一帧数据的起始位，该位被忽略，接收电路被复位，等待RXD引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其它位到移位寄存器。8个数据位和1个停止位移入之后，移位寄存器的内容被分别装入SBUF和RB8中，RI置1，但必须满足下列条件：

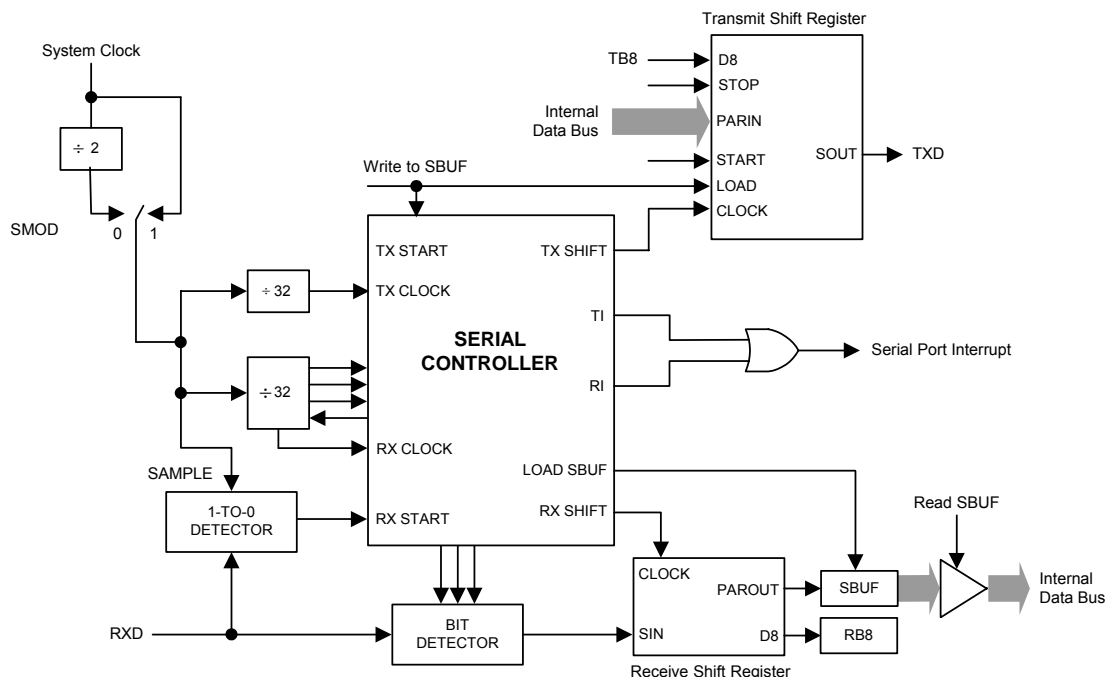
1. RI = 0
2. SM2 = 0或者接收的停止位 = 1

如果这些条件被满足，那么停止位装入RB8，8个数据位装入SBUF，RI被置1。否则接收的帧会丢失。这时，接收器将重新去探测RXD端是否另一个下降沿。用户必须用软件清除RI，然后才能再次接收。

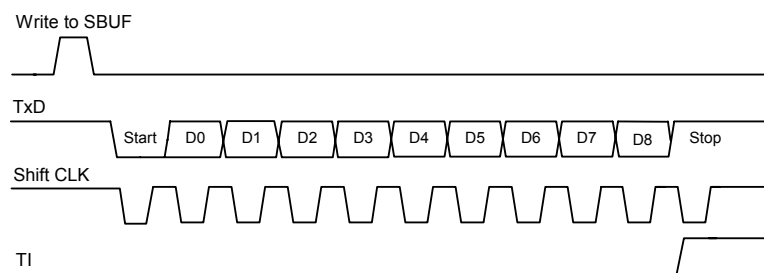
**Receive Timing of Mode 1**

**方式2: 9位EUART, 固定波特率, 异步全双工**

这个方式使用异步全双工通信中的11位。一帧由一个起始位(逻辑0), 8个数据位(低位为第一位), 一个可编程的第9数据位(SCON中的TB8)可以写0或1, 例如, 可写入PSW中的奇偶位P, 或用作多机通信中的数据/地址标志位。当接收到数据时, 第9数据位进入RB8而停止位不保存。PCON中的SMOD位选择波特率为系统工作频率的1/32或1/64。功能块框图如下所示。



任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送, 同时也将TB8加载到发送移位寄存器的第9位中。实际上发送是从16分频计数器中的下一次跳变之后的系统时钟开始的, 因此位时间与16分频计数器是同步的, 与对SBUF的写操作不同步。起始位首先在TXD引脚上移出, 然后是第9位数据。在发送转换寄存器中的所有9位数据都发送完后, 停止位在TXD引脚上移出, 在停止位开始发送时TI标志置1。

**Send Timing of Mode 2**

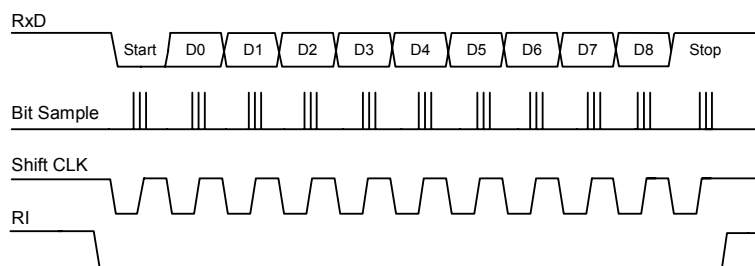


只有REN位置1时才允许接收。当RXD引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此，CPU对RXD不断采样，采样速率为波特率的16倍。当检测下降沿时，16分频计数器立即复位。这有助于16分频计数器与RXD引脚上的串行数据位同步。16分频计数器把每一位的时间分为16个状态，在第7、8、9状态时，位检测器对RXD端的电平进行采样。为抑制噪声，在这3个状态采样中至少有2次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是0，说明这位不是一帧数据的起始位，该位被忽略，接收电路被复位，等待RXD引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其它位到移位寄存器。9个数据位和1个停止位移入之后，移位寄存器的内容被分别装入SBUF和RB8中，RI置1，但必须满足下列条件：

1. RI = 0
2. SM2 = 0或者接收的第9位 = 1，且接收的字节符合实际从机地址。

如果这些条件被满足，那么第9位移入RB8，8位数据移入SBUF，RI被置1。否则接收的数据帧会丢失。

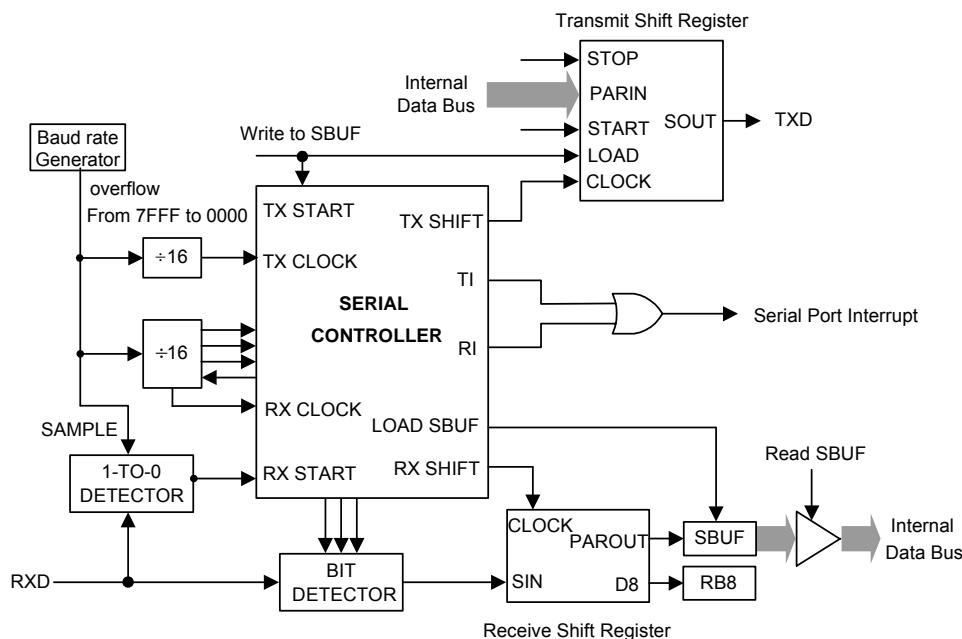
在停止位的当中，接收器回到寻找RXD引脚上的另一个下降沿。用户必须用软件清除RI，然后才能再次接收。



Receive Timing of Mode 2

方式3: 9位EUART，可变波特率，异步全双工

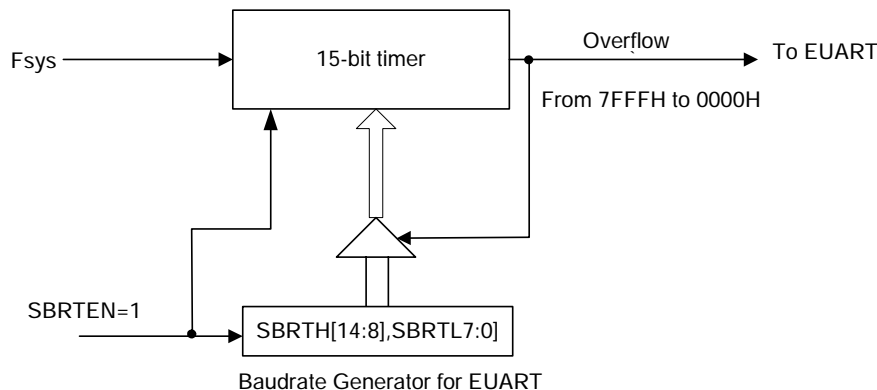
方式3使用方式2的传输协议以及方式1的波特率产生方式。





9.5.3 可微调波特率

EUART自带一个波特率发生器，它实质上就是一个15位递增计数器。



由图得到，波特率发生器的溢出率为 $SBRT_{overflowrate} = \frac{F_{sys}}{32768 - SBRT}$,

$SBRT = [SBRTH, SBRTL]$ 。

因此，EUART在各模式下的波特率计算公式如下：

在方式0中，波特率可编程为系统时钟的1/12或1/4，由SM2位决定。当SM2为0时，串行端口在系统时钟的1/12下运行。当SM2为1时，串行端口在系统时钟的1/4下运行。

在方式1和方式3中，波特率可微调，精度为一个系统时钟，公式如下：

$$BaudRate = \frac{F_{sys}}{16 \times (32768 - SBRT) + BFINE}$$

例如：F_{sys} = 4MHz，需要得到19200Hz的波特率，SBRT和SFINE值计算方法如下：

$$4000000/16/19200 = 13.02$$

$$SBRT = 32768 - 13 = 32755$$

$$19200 = 4000000/(16 \times 13 + BFINE)$$

$$BFINE = 0.33 \quad 0$$

此微调方式计算出的实际波特率为19230，误差为0.16%；以往方式计算出的波特率误差为8.5%。

在方式2中，波特率固定为系统时钟的1/32或1/64，由SMOD位(PCON.7)中决定。当SMOD位为0时，EUART以系统时钟的1/64运行。当SMOD位为1时，EUART以系统时钟的1/32运行。

9.5.4 多机通讯

软件地址识别

方式2和方式3有一个专门的适用于多机通讯的功能。在这两个方式下，接收的是9位数据，第9位移入RB8中，然后再来一位停止位。EUART可以这样来设定：当接收到停止位，且RB8 = 1时，串行口中断有效（请求标志RI置位）。此时置位SCON寄存器的SM2，EUART工作在多机通讯模式。

在多机通讯系统中，按如下所述来使用这一功能。当主机要发送一数据块给几个从机中的一个时，先发送一地址字节，以寻址目标从机。地址字节与数据字节可用第9数据位来区别，地址字节的第9位为1，数据字节的第9位为0。

如果从机SM2为1，则不会响应数据字节中断。地址字节可以使所有从机产生中断，每一个从机都检查所接收到的地址字节，以判别本机是不是目标从机。被寻到的从机对SM2位执行清零操作，并准备接收即将到来的数据字节。当接收完毕时，从机再一次将SM2置位。没有被寻址的从机，则保持SM2位为1，不响应数据字节。

注意：在方式0中，SM2用来2倍频波特率。在方式1中，SM2用来检测停止位是否有效，如果SM2=1，接收中断不会响应直到接收到一个有效的停止位。

自动(硬件)地址识别

在方式2和方式3中，SM2置位，EUART运行状态如下：接收到停止位，RB8的第9位为1（地址字节），且接收到的数据字节符合EUART的从机地址，EUART产生一个中断。从机将SM2清零，接收后续数据字节。



第9位为1表明该字节是地址而非数据。当主机要发送一组数据给几个从机中的一个时，必须先发送目标从机地址。所有从机等待接收地址字节，为了确保仅在接收地址字节时产生中断，SM2位必须置位。自动地址识别的特点是只有地址匹配的从机才能产生中断，硬件完成地址比较。

中断产生后，地址匹配的从机清零SM2，继续接收数据字节。地址不匹配的从机不受影响，将继续等待接收和它匹配的地址字节。全部信息接收完毕后，地址匹配的从机应该再次把SM2置位，忽略所有传送的非地址字节，直到接收到下一个地址字节。

使用自动地址识别功能时，主机可以通过调用给定的从机地址选择与一个或多个从机通信。主机使用广播地址可以寻址所有从机。有两个特殊功能寄存器，从机地址（SADDR）和地址屏蔽（SADEN）。从机地址是一个8位的字节，存于SADDR寄存器中。SADEN用于定义SADDR各位的有效与否，如果SADEN中某一位为0，则SADDR中相应位被忽略，如果SADEN中某一位置位，则SADDR中相应位将用于产生约定地址。这可以使用户在不改变SADDR寄存器中的从机地址的情况下灵活地寻址多个从机。

Table 8. 18

	从机1	从机2
SADDR	10100100	10100111
SADEN (为0的位被忽略)	11111010	11111001
约定地址	10100x0x	10100xx1
广播地址 (SADDR 或SADEN)	1111111x	11111111

从机1和从机2的约定地址最低位是不同的。从机1忽略了最低位，而从机2的最低位是1。因此只与从机1通讯时，主机必须发送最低位为0的地址（10100000）。类似地，从机1的第1位为0，从机2的第1位被忽略。因此，只与从机2通讯时，主机必须发送第1位为1的地址（10100011）。如果主机需要同时与两从机通讯，则第0位为1，第1位为0，第2位被两从机都忽略，两个不同的地址用于选定两个从机（1010 0001和1010 0101）。

主机可以通过广播地址与所有从机同时通讯。这个地址等于SADDR和SADEN的位或，结果中的0表示该位被忽略。多数情况下，广播地址为0xFFh，该地址可被所有从机应答。

系统复位后，SADDR和SADEN两个寄存器初始化为0，这两个结果设定了约定地址和广播地址为XXXXXXX（所有位都被忽略）。这有效地去除了多从机通讯的特性，禁止了自动寻址方式。这样的EUSART将对任何地址都产生应答，兼容了不支持自动地址识别的8051控制器。用户可以按照上面提到的方法实现软件地址识别的多机通讯。

9.5.5 帧出错检测

当寄存器PCON中的SSTAT位为逻辑1时，帧出错检测功能才有效。3个错误标志位被置1后，只能通过软件清零，尽管后续接收的帧没有任何错误也不会自动清零。

注意：SSTAT位必须为逻辑1是访问状态位（FE，RXOV和TXCOL），SSTAT位为逻辑0时是访问方式选择位（SM0，SM1和SM2）。

发送冲突

如果在一个发送正在进行时，用户软件写数据到SBUF寄存器时，发送冲突位（SCON寄存器中的TXCOL位）置1。如果发生了冲突，新数据会被忽略，不能被写入发送缓冲器。

接收溢出

如果在接收缓冲器中的数据未被读取之前，RI清0。又有新的数据存入接收缓冲器，那么接收溢出位（SCON寄存器中的RXOV位）置1。如果发生了接收溢出，接收缓冲器中原来的数据将丢失。

帧出错

如果检测到一个无效（低）停止位，那么帧出错位（寄存器SCON中的FE）置1。

注意：在发送之前，TXD引脚必须被设置为输出高电平。



9.5.6 寄存器

Table 8. 19 EUART控制及状态寄存器

98H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SCON	SM0/FE	SM1/RXOV	SM2/TXCOL	REN	TB8	RB8	TI	RI
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-6	SM[0:1]	EUART串行方式控制位, SSTAT = 0 00: 方式0, 同步方式, 固定波特率 01: 方式1, 8位异步方式, 可变波特率 10: 方式2, 9位异步方式, 固定波特率 11: 方式3, 9位异步方式, 可变波特率
7	FE	EUART帧出错标志位, 当FE位被读时, SSTAT位必须被设置为1 0: 无帧出错, 由软件清除 1: 发生帧出错, 由硬件置1
6	RXOV	EUART接收溢出标志位, 当RXOV位被读时, SSTAT位必须被置位 0: 无接收溢出, 由软件清零 1: 接收溢出, 由硬件置位
5	SM2	EUART多处理机通讯允许位 (第9位“1”校验器), SSTAT = 0 0: 在方式0下, 波特率是系统时钟的1/12 在方式1下, 禁止停止位确认检验, 停止位将置RI为1产生中断 在方式2和3下, 任何字节都会置RI为1产生中断 1: 在方式0下, 波特率是系统时钟的1/4 在方式1下, 允许停止位确认检验, 只有有效的停止位(1)才能置RI为1产生中断 在方式2和3下, 只有寻址字节 (第9位 = 1) 能置RI为1产生中断
5	TXCOL	EUART发送冲突标志位, 当TXCOL位被读时, SSTAT位必须被设置为1 0: 无发送冲突, 由软件清0 1: 有发送冲突, 由硬件置1
4	REN	EUART接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许
3	TB8	在EUART的方式2和3下发送的第9位, 由软件置1或清0
2	RB8	在EUART的方式1, 2和3下接收的第9位 在方式0下, 不使用RB8 在方式1下, 如果接收中断发生, RB8的停止位会收到信号 在方式2和3下, 由第9位接收
1	TI	EUART的传送中断标志位 0: 由软件清0 1: 由硬件置1
0	RI	EUART的接收中断标志位 0: 由软件清0 1: 由硬件置1



Table 8. 20 EUART数据寄存器

99H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBUF	SBUF.7	SBUF.6	SBUF.5	SBUF.4	SBUF.3	SBUF.2	SBUF.1	SBUF.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	SBUF[7-0]	SFR访问两个寄存器：一个移位寄存器和一个接收锁存寄存器 SBUF的写入将发送字节到移位寄存器中，然后开始传输 SBUF的读取返回接收锁存器中的内容

Table 8. 21 电源控制寄存器

87H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PCON	SMOD	SSTAT	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	SMOD	波特率加倍器 0：在方式2中，波特率为系统时钟的1/64 1：在方式2中，波特率为系统时钟的1/32
6	SSTAT	SCON[7:5]功能选择位 0：SCON[7:5]工作方式作为SM0，SM1，SM2 1：SCON[7:5]工作方式作为FE，RXOV，TXCOL
3-2	GF[1:0]	用于软件的通用标志位
1	PD	掉电模式控制位
0	IDL	空闲模式控制位

Table 8. 22 EUART从属地址及地址屏蔽寄存器

9AH-9BH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SADDR(9AH)	SADDR.7	SADDR.6	SADDR.5	SADDR.4	SADDR.3	SADDR.2	SADDR.1	SADDR.0
SADEN(9BH)	SADEN.7	SADEN.6	SADEN.5	SADEN.4	SADEN.3	SADEN.2	SADEN.1	SADEN.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	SADDR[7:0]	EUART从机地址 SADDR寄存器用于定义EUART从机地址
7-0	SADEN[7:0]	SFR SADEN是一个位屏蔽寄存器，决定检验SADDR的哪些位对应接收地址 0：在SADDR中的相应位被忽略 1：SADDR中的相应位被检验是否对应接收地址



Table 8. 23 EUART波特率发生器寄存器

9CH-9DH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBRTH (9CH)	SBRTEN	SBRT.14	SBRT.13	SBRT.12	SBRT.11	SBRT.10	SBRT.9	SBRT.8
SBRTL (9DH)	SBRT.7	SBRT.6	SBRT.5	SBRT.4	SBRT.3	SBRT.2	SBRT.1	SBRT.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	SBRTEN	EUART波特率发生器使能控制位 0 : 关闭 (默认) 1 : 打开
6-0 7-0	SBRT [14:0]	EUART波特率发生器计数器高7位和低8位寄存器

Table 8. 24 EUART波特率发生器微调寄存器

9EH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SFINE	-	-	-	-	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0
读/写	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
3-0	SFINE [3:0]	EUART波特率发生器微调数据寄存器



9.6 低电压复位 (LVR)

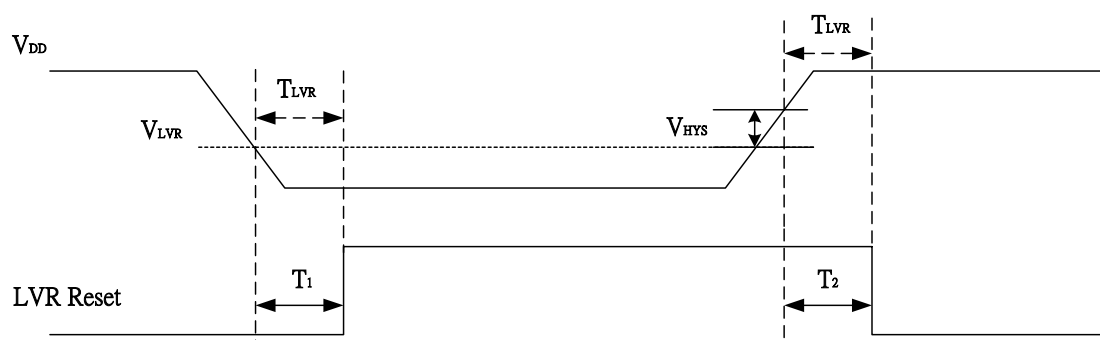
- 通过代码选项选择，LVR 设定电压 V_{LVR} 可为 1.9V
- LVR 去抖动时间 T_{LVR} 为 30us
- 当供电电压低于设定电压 V_{LVR} 时，将产生内部复位

低电压复位 (LVR) 功能是为了监测供电电压，当供电电压低于设定电压 V_{LVR} 时，MCU 将产生内部复位。LVR 去抖动时间 T_{LVR} 大约为 30us。

LVR 功能打开后，具有以下特性 (T_1 表示电压低于设定电压 V_{LVR} 的时间， T_2 表示电压高于设定电压 $V_{LVR} + V_{HYS}$ 的时间)：

当 $V_{DD} \leq V_{LVR}$ 且 $T_1 \geq T_{LVR}$ 时产生系统复位。

当 $V_{DD} > V_{LVR} + V_{HYS}$ 且 $T_2 \geq T_{LVR}$ 时释放系统复位或 $V_{DD} < V_{LVR}$ ，但 $T_1 < T_{LVR}$ 时不会产生系统复位。其中 V_{HYS} 的范围是 0.09V-0.11V。



这里， V_{DD} 为电源电压， V_{LVR} 为 LVR 检测电压， V_{HYS} 为低电压复位迟滞电压。

通过代码选项，可以选择 LVR 功能的打开与关闭。

在交流电或大容量电池应用中，接通大负载后容易导致 MCU 供电暂时低于定义的工作电压。低电压复位可以应用于此，保护系统在低于设定电压下产生有效复位。



9.7 看门狗定时器 (WDT)，程序超范围溢出(OVL)复位及其它复位状态

9.7.1 特性

- 程序超范围溢出后硬件自动检测，并产生 OVL 复位
- 看门狗可以工作在掉电模式下
- 看门狗溢出频率可选

程序超范围溢出复位

SH77P1651/SH77P1652为进一步增强CPU运行可靠性，内建程序超范围溢出检测电路，一旦检测到程序计数器的值超出ROM最大值，或者发现指令操作码(不检测操作数)为8051指令集中不存在的A5H，便认为程序跑飞，产生CPU复位信号，同时将WDOF标志位置1。为应用这个特性，用户应该将未使用的Flash ROM用0xA5填满。

看门狗

看门狗定时器是一个递增计数器，独立内建RC振荡器作为其时钟源，因此可以通过代码选项选择在掉电模式下仍持续运行。当定时器溢出时，将芯片复位。通过代码选项可以打开或关闭该功能。

WDT控制位（第2 - 0位）用来选择不同的溢出时间。定时器溢出后，WDT溢出标志（WDOF）将由硬件自动置1。通过读写RSTSTAT寄存器，看门狗定时器在溢出前重新开始计数。

其它一些复位标志列举如下：

Table 8. 25 复位控制寄存器

B1H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RSTSTAT	WDOF	-	PORF	LVRF	CLRF	WDT.2	WDT.1	WDT.0
读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR)	0	-	1	0	0	0	0	0
复位值 (WDT)	1	-	u	u	u	0	0	0
复位值 (LVR)	u	-	u	1	u	0	0	0
复位值 (PIN)	u	-	u	u	1	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	WDOF	看门狗溢出或程序超范围溢出标志位 看门狗溢出时由硬件置1，可由软件或上电复位清0 0：未发生WDT溢出或程序超范围溢出 1：发生WDT溢出或程序超范围溢出
5	PORF	上电复位标志位 上电复位后硬件置1，只能由软件清0 0：没有发生上电复位 1：发生过上电复位
4	LVRF	低压复位标志位 低压复位后置1，可由软件或上电复位清0 0：没有发生低压复位 1：发生过低压复位
3	CLRF	Reset引脚复位标志位 引脚复位后置1，由软件或上电复位清0 0：没有发生引脚复位 1：发生过引脚复位



SH77P1651/1652

2-0	WDT [2:0]	<p>WDT溢出周期控制位</p> <p>000 : 溢出周期最小值 = 4096 ms</p> <p>001 : 溢出周期最小值 = 1024 ms</p> <p>010 : 溢出周期最小值 = 256 ms</p> <p>011 : 溢出周期最小值 = 128 ms</p> <p>100 : 溢出周期最小值 = 64ms</p> <p>101 : 溢出周期最小值 = 16ms</p> <p>110 : 溢出周期最小值 = 4ms</p> <p>111 : 溢出周期最小值 = 1ms</p> <p>注意：应用中如果看门狗打开，程序清看门狗的最大间隔时间不能大于以上所列最小值。</p>
-----	-----------	---



9.8 电源管理

9.8.1 特性

- 空闲模式和掉电模式两种省电模式
- 发生中断和复位可退出空闲 (Idle)、掉电 (Power-Down) 模式

为减少功耗, SH77P1651/SH77P1652提供两种低功耗省电模式: 空闲 (Idle) 模式和掉电 (Power-Down) 模式, 这两种模式都由PCON和SUSLO两个寄存器控制。

9.8.2 空闲模式 (Idle)

空闲模式能够降低系统功耗, 在此模式下, 程序中止运行, CPU时钟停止, 但外部设备时钟继续运行。空闲模式下, CPU在确定的状态下停止, 并在进入空闲模式前所有CPU的状态都被保存, 如PC, PSW, SFR, RAM等。

两条连续指令: 先设置SUSLO寄存器为0x55, 随即将PCON寄存器中的IDL位置1, 使SH77P1651/SH77P1652进入空闲模式。如果不满足上述的两条连续指令, CPU在下一个机器周期清0 SUSLO寄存器或IDL位, CPU也不会进入空闲模式。

IDL位置1是CPU进入空闲模式之前执行的最后一条指令。

两种方式可以退出空闲模式:

(1) 中断产生。CPU恢复时钟, 硬件清除SUSLO寄存器和PCON寄存器的IDL位。然后执行中断服务程序, 随后跳转到进入空闲模式指令之后的指令。

(2) 复位信号产生后 (复位引脚上出现低电平, WDT复位, LVR复位)。CPU恢复时钟, SUSLO寄存器和在PCON寄存器中的IDL位被硬件清0, 最后SH77P1651/SH77P1652复位, 程序从地址位0000H开始执行。此时, RAM保持不变而SFR的值根据不同功能模块改变。

9.8.3 掉电模式 (Power-Down)

掉电模式可以使SH77P1651/SH77P1652进入功耗非常低的状态。

若系统时钟取外部32.768kHz晶振或内部32kHz RC时, 掉电模式将停止CPU和外围设备的所有时钟信号。

若系统时钟取内部4MHz RC时, 掉电模式将停止CPU和外围设备的所有时钟信号 (用于LCD和定时器3的32kHz / 32.768kHz时钟除外)。

在掉电模式下, 如果通过代码选项使能WDT, WDT模块将继续工作。在进入掉电模式前所有CPU的状态都被保存, 如PC, PSW, SFR, RAM等。

两条连续指令: 先设置SUSLO寄存器为0x55, 随即将PCON寄存器中的PD位置1, 使SH77P1651/SH77P1652进入掉电模式。如果不满足上述的两条连续指令CPU在下一个机器周期清除SUSLO寄存器或的PD位, CPU也不会进入掉电模式。

PD位置1是CPU进入掉电模式之前执行的最后一条指令。

注意: 如果同时设置IDL位和PD位, SH77P1651/SH77P1652进入掉电模式。退出掉电模式后, CPU也不会掉电进入空闲模式, 从掉电模式退出后硬件清0 IDL及PD位。

1. 若是高频进入的掉电模式, 有三种方式可以退出掉电模式:

(1) 有效外部中断 (INT4) 使SH77P1651/SH77P1652退出掉电模式。在中断发生后高频振荡器启动, 在预热计时结束之后CPU时钟和外部设备时钟恢复, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位会被硬件清除, 然后继续运行中断服务程序。在完成中断服务程序之后, 跳转到进入掉电模式之后的指令继续运行。

(2) 定时器3中断可使SH77P1651/SH77P1652退出掉电模式。在中断发生后高频振荡器启动, 在预热计时后会恢复CPU时钟及外部设备, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位将由硬件清0。然后继续运行中断服务程序。当完成中断服务子程序后, 跳转到进入掉电模式之后的指令继续运行。

(3) 复位信号 (复位引脚上出现低电平, WDT复位如果被允许, LVR复位如果被允许)。在复位信号发生后低频振荡器启动, 在预热计时之后会恢复CPU时钟, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位会被硬件清除, 最后SH77P1651/SH77P1652会被复位, 程序会从0000H地址位开始运行。RAM将保持不变, 而根据不同功能模块SFR的值可能改变。

2. 若是低频进入的掉电模式, 有三种方式可以退出掉电模式:

(1) 有效外部中断 (INT4) 使SH77P1651/SH77P1652退出掉电模式。在中断发生后低频振荡器启动, 在预热计时结束之后CPU时钟和外部设备时钟恢复, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位会被硬件清除, 然后继续运行中断服务程序。在完成中断服务程序之后, 跳转到进入掉电模式之后的指令继续运行。

(2) 定时器3中断可使SH77P1651/SH77P1652退出掉电模式。在中断发生后低频振荡器启动, 在预热计时后会恢复CPU时钟及外部设备, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位将由硬件清0。然后继续运行中断服务程序。当完成中断服务子程序后, 跳转到进入掉电模式之后的指令继续运行。



SH77P1651/1652

(3) 复位信号 (复位引脚上出现低电平, WDT复位如果被允许, LVR复位如果被允许)。在复位信号发生后低频振荡器启动, 在预热计时之后会恢复CPU时钟, SUSLO寄存器和PCON寄存器中的PD位会被硬件清除, 最后SH77P1651/SH77P1652会被复位, 程序会从0000H地址位开始运行。RAM将保持不变, 而根据不同功能模块SFR的值可能改变。

注意: 如要进入这两种低功耗模式, 必须在置位PCON中的IDL/PD位后增加3个空操作指令 (NOP)。

9.8.4 寄存器

Table 8. 26 电源控制寄存器

87H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PCON	SMOD	SSTAT	-	-	GF1	GF0	PD	IDL
读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	SMOD	UART波特率加倍器
6	SSTAT	SCON[7:5]功能选择位
3-2	GF[1:0]	用于软件的通用标志
1	PD	掉电模式控制位 0: 当一个中断或复位产生时由硬件清0 1: 由软件置1启动掉电模式
0	IDL	空闲模式控制位 0: 当一个中断或复位产生时由硬件清0 1: 由软件置1启动空闲模式

Table 8. 27 省电模式控制寄存器

8EH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SUSLO	SUSLO.7	SUSLO.6	SUSLO.5	SUSLO.4	SUSLO.3	SUSLO.2	SUSLO.1	SUSLO.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	SUSLO[7:0]	此寄存器用来控制CPU进入省电模式 (空闲或掉电)。只有像下面的连续指令才能使CPU进入省电模式, 否则在下个周期中SUSLO, IDL或PD位将被硬件清0。

程序举例:

```

IDLE_MODE:
MOV     SUSLO, #55H
ORL     PCON, #01H
NOP
NOP
NOP

```

```

POWERDOWN_MODE:
MOV     SUSLO, #55H
ORL     PCON, #02H
NOP
NOP
NOP

```




9.9 预热计数器 (Warm-up Counter)

9.9.1 特性

- 内建电源预热计数器消除电源的上电的不稳定状态
- 内建振荡器预热计数器消除振荡器起振时的不稳定状态

SH77P1651/SH77P1652内建有电源上电预热计数器，主要是用来消除上电电压建立时的不稳定态，同时完成内部一些初始化序列，如读取内部客户代码选项等。

SH77P1651/SH77P1652内建振荡器预热计数器，它能消除振荡器在下列情况下起振时的不稳定状态：上电复位，引脚复位，从低功耗模式中唤醒，看门狗复位和LVR复位。

上电后，SH77P1651/SH77P1652会先经过电源上电预热计数过程，等待溢出后再进行振荡器的预热计数过程，溢出后开始运行程序。

电源上电预热计数时间

上电复位/ 引脚复位/低电压复位		看门狗复位 (不包含掉电模式)		看门狗复位 (唤醒掉电模式)		掉电模式下中断唤醒	
电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间
12ms	有	12ms	无	12ms	有	无	有

振荡器上电预热计数时间

振荡器类型	振荡器上电 预热计数时间
内部RC 32K	$2^7 \times T_{osc}$
内部RC 4M	$2^7 \times T_{osc}$
32kHz晶振	$2^{13} \times T_{osc}$



9.10 代码选项

OP_WDT:

- 0: 允许看门狗(WDT)功能 (默认)
- 1: 禁止看门狗(WDT)功能

OP_WDTPD :

- 0: 掉电模式下禁止看门狗工作 (默认)
 - 1: 掉电模式下允许看门狗工作
- 注意: 此代码选项仅当 OP_WDT[7] =0时有效。

OP_SCMEN:

- 0: 禁止SCM功能 (默认)
- 1: 使能SCM功能

OP_OSC:

- 0: 内部32kHz RC振荡器作为振荡器1, 内部4MHz RC振荡器作为振荡器2, XTAL1和XTAL2端为I/O端口 (默认)
- 1: 外部32.768kHz 晶振作为振荡器1, 内部4MHz RC振荡器作为振荡器2

OP_LVREN:

- 0: 禁止LVR功能 (默认)
- 1: 使能LVR功能

OP_SCM:

- 0: SCM在预热计数期间关闭 (默认)
- 1: SCM 在预热计数期间打开

OP_RST :

- 0: P5.5作为允许引脚复位 (默认)
- 1: P5.5作为I/O

OP_LCDSEL:

- 0: 选择电阻型LCD驱动器 (默认)
- 1: 选择电容型LCD驱动器

OP_REM_CURRENT: (REM驱动电流选择)

- 00: 125mA (默认)
- 01: 250mA
- 10: 375mA
- 11: 500mA



10 指令集

算术操作指令				
指令	功能描述	代码	字节	周期
ADD A, Rn	累加器加寄存器	0x28-0x2F	1	1
ADD A, direct	累加器加直接寻址字节	0x25	2	2
ADD A, @Ri	累加器加内部RAM	0x26-0x27	1	2
ADD A, #data	累加器加立即数	0x24	2	2
ADDC A, Rn	累加器加寄存器和进位位	0x38-0x3F	1	1
ADDC A, direct	累加器加直接寻址字节和进位位	0x35	2	2
ADDC A, @Ri	累加器加内部RAM和进位位	0x36-0x37	1	2
ADDC A, #data	累加器加立即数和进位位	0x34	2	2
SUBB A, Rn	累加器减寄存器和借位位	0x98-0x9F	1	1
SUBB A, direct	累加器减直接寻址字节和借位位	0x95	2	2
SUBB A, @Ri	累加器减内部RAM和借位位	0x96-0x97	1	2
SUBB A, #data	累加器减立即数和借位位	0x94	2	2
INC A	累加器加1	0x04	1	1
INC Rn	寄存器加1	0x08-0x0F	1	2
INC direct	直接寻址字节加1	0x05	2	3
INC @Ri	内部RAM加1	0x06-0x07	1	3
DEC A	累加器减1	0x14	1	1
DEC Rn	寄存器减1	0x18-0x1F	1	2
DEC direct	直接寻址字节减1	0x15	2	3
DEC @Ri	内部RAM减1	0x16-0x17	1	3
INC DPTR	数据指针加1	0xA3	1	4
MUL AB 8 X 8 16 X 8	累加器乘寄存器B	0xA4	1	11 20
DIV AB 8 / 8 16 / 8	累加器除以寄存器B	0x84	1	11 20
DA A	十进制调整	0xD4	1	1



逻辑操作指令				
指令	功能描述	代码	字节	周期
ANL A, Rn	累加器与寄存器	0x58-0x5F	1	1
ANL A, direct	累加器与直接寻址字节	0x55	2	2
ANL A, @Ri	累加器与内部RAM	0x56-0x57	1	2
ANL A, #data	累加器与立即数	0x54	2	2
ANL direct, A	直接寻址字节与累加器	0x52	2	3
ANL direct, #data	直接寻址字节与立即数	0x53	3	3
ORL A, Rn	累加器或寄存器	0x48-0x4F	1	1
ORL A, direct	累加器或直接寻址字节	0x45	2	2
ORL A, @Ri	累加器或内部RAM	0x46-0x47	1	2
ORL A, #data	累加器或立即数	0x44	2	2
ORL direct, A	直接寻址字节或累加器	0x42	2	3
ORL direct, #data	直接寻址字节或立即数	0x43	3	3
XRL A, Rn	累加器异或寄存器	0x68-0x6F	1	1
XRL A, direct	累加器异或直接寻址字节	0x65	2	2
XRL A, @Ri	累加器异或内部RAM	0x66-0x67	1	2
XRL A, #data	累加器异或立即数	0x64	2	2
XRL direct, A	直接寻址字节异或累加器	0x62	2	3
XRL direct, #data	直接寻址字节异或立即数	0x63	3	3
CLR A	累加器清零	0xE4	1	1
CPL A	累加器取反	0xF4	1	1
RL A	累加器左环移位	0x23	1	1
RLC A	累加器连进位标志左环移位元	0x33	1	1
RR A	累加器右环移位	0x03	1	1
RRC A	累加器连进位标志右环移位元	0x13	1	1
SWAP A	累加器高4位与低4位交换	0xC4	1	4



数据传送指令				
指令	功能描述	代码	字节	周期
MOV A, Rn	寄存器送累加器	0xE8-0xEF	1	1
MOV A, direct	直接寻址字节送累加器	0xE5	2	2
MOV A, @Ri	内部RAM送累加器	0xE6-0xE7	1	2
MOV A, #data	立即数送累加器	0x74	2	2
MOV Rn, A	累加器送寄存器	0xF8-0xFF	1	2
MOV Rn, direct	直接寻址字节送寄存器	0xA8-0xAF	2	3
MOV Rn, #data	立即数送寄存器	0x78-0x7F	2	2
MOV direct, A	累加器送直接寻址字节	0xF5	2	2
MOV direct, Rn	寄存器送直接寻址字节	0x88-0x8F	2	2
MOV direct1, direct2	直接寻址字节送直接寻址字节	0x85	3	3
MOV direct, @Ri	内部RAM送直接寻址字节	0x86-0x87	2	3
MOV direct, #data	立即数送直接寻址字节	0x75	3	3
MOV @Ri, A	累加器送内部RAM	0xF6-0xF7	1	2
MOV @Ri, direct	直接寻址字节送内部RAM	0xA6-0xA7	2	3
MOV @Ri, #data	立即数送内部RAM	0x76-0x77	2	2
MOV DPTR, #data16	16位立即数送数据指针	0x90	3	3
MOVC A, @A+DPTR	程序代码送累加器（相对数据指针）	0x93	1	7
MOVC A, @A+PC	程序代码送累加器（相对程序计数器）	0x83	1	8
MOVX A, @Ri	外部RAM送累加器（8位地址）	0xE2-0xE3	1	5
MOVX A, @DPTR	外部RAM送累加器（16位地址）	0xE0	1	6
MOVX @Ri, A	累加器送外部RAM（8位地址）	0xF2-F3	1	4
MOVX @DPTR, A	累加器送外部RAM（16位地址）	0xF0	1	5
PUSH direct	直接寻址字节压入栈顶	0xC0	2	5
POP direct	栈顶弹至直接寻址字节	0xD0	2	4
XCH A, Rn	累加器与寄存器交换	0xC8-0xCF	1	3
XCH A, direct	累加器与直接寻址字节交换	0xC5	2	4
XCH A, @Ri	累加器与内部RAM交换	0xC6-0xC7	1	4
XCHD A, @Ri	累加器低4位与内部RAM低4位交换	0xD6-0xD7	1	4



控制程序转移指令				
指令	功能描述	代码	字节	周期
ACALL addr11	2KB内绝对调用	0x11-0xF1	2	7
LCALL addr16	64KB内长调用	0x12	3	7
RET	子程序返回	0x22	1	8
RETI	中断返回	0x32	1	8
AJMP addr11	2KB内绝对转移	0x01-0xE1	2	4
LJMP addr16	64KB内长转移	0x02	3	5
SJMP rel	相对短转移	0x80	2	4
JMP @A+DPTR	相对长转移	0x73	1	6
JZ rel (不发生转移) (发生转移)	累加器为零转移	0x60	2	3 5
JNZ rel (不发生转移) (发生转移)	累加器为非零转移	0x70	2	3 5
JC rel (不发生转移) (发生转移)	C置位转移	0x40	2	2 4
JNC rel (不发生转移) (发生转移)	C清零转移	0x50	2	2 4
JB bit, rel (不发生转移) (发生转移)	直接寻址位置位转移	0x20	3	4 6
JNB bit, rel (不发生转移) (发生转移)	直接寻址位清零转移	0x30	3	4 6
JBC bit, rel (不发生转移) (发生转移)	直接寻址位置位转移并清该位	0x10	3	4 6
CJNE A, direct, rel (不发生转移) (发生转移)	累加器与直接寻址字节不等转移	0xB5	3	4 6
CJNE A, #data, rel (不发生转移) (发生转移)	累加器与立即数不等转移	0xB4	3	4 6
CJNE Rn, #data, rel (不发生转移) (发生转移)	寄存器与立即数不等转移	0xB8-0xBF	3	4 6
CJNE @Ri, #data, rel (不发生转移) (发生转移)	内部RAM与立即数不等转移	0xB6-0xB7	3	4 6
DJNZ Rn, rel (不发生转移) (发生转移)	寄存器减1不为零转移	0xD8-0xDF	2	3 5
DJNZ direct, rel (不发生转移) (发生转移)	直接寻址字节减1不为零转移	0xD5	3	4 6
NOP	空操作	0	1	1



位操作指令				
指令	功能描述	代码	字节	周期
CLR C	C清零	0xC3	1	1
CLR bit	直接寻址位清零	0xC2	2	3
SETB C	C置位	0xD3	1	1
SETB bit	直接寻址位置位	0xD2	2	3
CPL C	C取反	0xB3	1	1
CPL bit	直接寻址位取反	0xB2	2	3
ANL C, bit	C逻辑与直接寻址位	0x82	2	2
ANL C, /bit	C逻辑与直接寻址位的反	0xB0	2	2
ORL C, bit	C逻辑或直接寻址位	0x72	2	2
ORL C, /bit	C逻辑或直接寻址位的反	0xA0	2	2
MOV C, bit	直接寻址位送C	0xA2	2	2
MOV bit, C	C送直接寻址位	0x92	2	3



11 电气特性

极限参数*

直流供电电压.....	-0.3V to +3.6V
输入/输出电压.....	GND-0.3V to V _{DD} +0.3V
工作环境温度.....	-10°C to +70°C
存储温度.....	-55°C to +125°C

*注释

如果器件的工作条件超过左列“**极限参数**”的范围，将造成器件永久性破坏。只有当器件工作在说明书所规定的范围内时功能才能得到保障。器件在极限参数列举的条件下工作将会影响到器件工作的可靠性。



SH77P1651/1652

直流电气特性 ($V_{DD} = 1.8V - 3.6V$, $GND = 0V$, $T_A = +25^\circ C$, 除非另有说明)

参数	符号	最小值	典型值*	最大值	单位	条件
工作电压	V_{DD}	1.8	3.0	3.6	V	$30KHz \leq f_{OSC} \leq 4MHz$
工作电流	I_{OP1}	-	1.2	2	mA	$f_{OSC} = 4MHz$, $V_{DD} = 3.0V$ 所有输出引脚无负载 (所有数字输入引脚不浮动) ; CPU打开 (执行NOP指令) ; WDT打开, 关闭其它所有功能
待机电流 (空闲模式)	I_{SB1}	-	11	16.5	μA	$f_{OSC} = RC\ 32KHz$, $V_{DD} = 3.0V$, 高频振荡器关闭, 所有输出引脚无负载,CPU关闭(空闲模式) ; 所有数字输入引脚不浮动 LVR打开, WDT关闭, SCM关, LCD为电阻型电路 ($V_{LCD}=V_{DD}$), 偏置电阻总和990K, LCD打开 (不包括LCD面板), 关闭其它所有功能
	I_{SB2}	-	10	15	μA	$f_{OSC} = RC\ 32KHz$, $V_{DD} = 3.0V$, 高频振荡器关闭, 所有输出引脚无负载,CPU关闭(空闲模式) ; 所有数字输入引脚不浮动 LVR打开, WDT关闭, SCM关, LCD驱动为内建电压 稳定器型, LCD打开 (不包括LCD面板), 关闭其它 所有功能
	I_{SB3}	-	9	13.5	μA	$f_{OSC} = RC\ 32KHz$, $V_{DD} = 3.0V$, 高频振荡器关闭, 所有输出引脚无负载,CPU关闭(空闲模式) ; 所有数字输入引脚不浮动 LVR打开, WDT关闭, SCM关, LCD驱动为电容偏压 型 ($V_{LCD}=V_{DD}$), LCD打开 (不包括LCD面板), 关闭其它所有功能
	I_{SB4}	-	9	13.5	μA	$f_{OSC} = \text{晶振}32.768kHz$, $V_{DD} = 3.0V$, 高频振荡器关闭, 所有输出引脚无负载, CPU关闭(空闲模式) 所有数字输入引脚不浮动, LVR打开, WDT关闭, SCM关, LCD驱动为电阻型 ($V_{LCD}=V_{DD}$), 偏置电阻总和990K, LCD打开 (不包括LCD面板) 关闭其它所有功能
待机电流 (掉电模式)	I_{SB5}	-	4	6	μA	$f_{OSC} = \text{晶振}32.768kHz$, $V_{DD} = 3.0V$, 高频振荡器 关闭, 所有输出引脚无负载, CPU关闭(掉电模式) 所有数字输入引脚不浮动, LVR关闭, WDT关闭, SCM关闭, LCD驱动为电容偏 压型, LCD打开 (不包括LCD面板), 关闭其它所有 功能
	I_{SB6}	-	--	1.5	μA	所有振荡器关闭, $V_{DD} = 3.0V$ 所有输出引脚无负载 (所有数字输入引脚不浮动) ; CPU停止 (掉电模式) ; LCD关闭, WDT关闭, SCM关, LVR打开, 关闭其它所有功能
LCD驱动模块电路电流1	I_{LCD1}	-	2	3	μA	$V_{DD} = 3.0V$, 内建电压稳定器型 (不包括LCD面板)
LCD驱动模块电路电流2	I_{LCD2}	-	3	4	μA	$V_{DD} = 3.0V$, 电阻型, 偏置电阻总和990K, (不包括 LCD面板), $VOL[2:0]=000$
LCD驱动模块电路电流3	I_{LCD3}	-	1	1.5	μA	$V_{DD} = 3.0V$, 电容偏压型 (不包括LCD面板)



SH77P1651/1652

WDT电流	I_{WDT}	-	--	1	μA	所有输出引脚无负载, $V_{DD} = 3.0V$, WDT打开
输入低电压1	V_{IL1}	GND	-	$0.3 \times V_{DD}$	V	I/O端口
输入高电压1	V_{IH1}	$0.7 \times V_{DD}$	-	V_{DD}	V	I/O端口
输入低电压2	V_{IL2}	GND	-	$0.2 \times V_{DD}$	V	\overline{RESET} , T2, T3, INT4, T2EX, RXD, TXD (Schmitt trigger input)
输入高电压2	V_{IH2}	$0.8 \times V_{DD}$	-	V_{DD}	V	\overline{RESET} , T2, T3, INT4, T2EX, RXD, TXD (Schmitt trigger input)
输入漏电流	I_{IL}	-1	-	1	μA	输入口, $V_{IN} = V_{DD}$ 或者GND
输出漏电流	I_{OL}	-1	-	1	μA	开漏输出, $V_{DD} = 3.0V$ $V_{OUT} = V_{DD}$ 或者GND
复位端子上拉电阻	R_{RPH}		30		$k\Omega$	$V_{DD} = 3.0V$, $V_{IN} = GND$
上拉电阻	R_{PH}	-	150	-	$k\Omega$	$V_{DD} = 3.0V$, $V_{IN} = GND$
输出高电压1	V_{OH1}	$V_{DD} - 0.7$	-	-	V	I/O端口, $I_{OH} = -5mA$, $V_{DD} = 3.0V$
输出低电压1	V_{OL1}	-	-	GND + 0.6	V	I/O端口, $I_{OL} = 10mA$, $V_{DD} = 3.0V$ (除P2.3, P2.2 和P0.6外)
输出低电压2	V_{OL2}	--	--	GND + 0.6	V	其中P2.3, P2.2 和P0.6, $I_{OL} = 20mA$, $V_{DD} = 3.0V$
输出低电压3	V_{OL3}	--	--	GND + 0.6	V	仅针对P0.7, $I_{OL} = 0.5mA$, $V_{DD} = 3.0V$
REM灌电流能力	I_{REML}	-	500	-	mA	REM(PWM1/P5.4), $V_{DD}=3.0V$, $V_{OL}=GND+1.2V$
VP1电压	VP1	0.935	1.0	1.065	V	SEG1- 30, COM1 - 5, $V_{DD} = 1.8V - 3.6V$ VP3 电压最大偏差低于0.3V
LCD 输出内阻	R_{ON}		5		$k\Omega$	SEG1- 30, COM1 - 5, $V_{DD} = 1.8V - 3.6V$ VP3 电压最大偏差低于0.3V

注意:

1. “*”表示典型值下的数据是在3.0V, 25°C下测得的, 除非另有说明。
2. 流过 V_{DD} 的最大电流值在3.0V, 25°C下须小于 80mA。
3. 流过GND的最大电流值在3.0V, 25°C下须小于 700mA。

3V模/数转换器电气特性

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
供电电压	V_{AD}	1.8	3.0	3.6	V	
A/D参考电压	V_{REF}	1.8	-	V_{DD}	V	
精度	N_R		10	-	bit	$GND \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$
A/D输入电压	V_{AIN}	GND	-	V_{REF}	V	
A/D输入电阻*	R_{AIN}	2	-	-	$M\Omega$	$V_{IN} = 3.0V$
模拟电压源推荐阻抗	Z_{AIN}	-	-	10	$k\Omega$	
A/D转换电流	I_{AD}	-	1	3	mA	ADC模块工作, $V_{DD} = 3.0V$
A/D输入电流	I_{ADIN}	-	-	10	μA	$V_{DD} = 3.0V$
微分非线性误差	D_{LE}	-	-	± 1	LSB	$f_{OSC} = 4MHz$, $V_{DD} = 3.0V$
积分非线性误差	I_{LE}	-	-	± 2	LSB	$f_{OSC} = 4MHz$, $V_{DD} = 3.0V$



SH77P1651/1652

满刻度误差	E_F	-	± 1	± 3	LSB	$f_{OSC} = 4\text{MHz}$, $V_{DD} = 3.0\text{V}$
偏移量误差	E_Z	-	± 0.5	± 3	LSB	$f_{OSC} = 4\text{MHz}$, $V_{DD} = 3.0\text{V}$
总绝对误差	E_{AD}	-	-	± 3	LSB	$f_{OSC} = 4\text{MHz}$, $V_{DD} = 3.0\text{V}$
总转换时间**	T_{CON}	14	-	-	t_{AD}	10 bit精度, $V_{DD} = 3.0\text{V}$, $t_{AD} = 1\mu\text{s}$

注意：

1. “*”表示ADC输入电阻就是直流条件下ADC自身的输入电阻。
2. “**”建议与ADC连接的信号源内阻小于 $10\text{k}\Omega$ 。

交流电气特性 ($V_{DD} = 1.8\text{V} - 3.6\text{V}$, $GND = 0\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, $f_{OSC} = 4\text{MHz}$, 除非另有说明。)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
振荡器起振时间	T_{OSC}	-	-	1	s	$f_{OSC} = 32.768\text{kHz}$
复位脉冲宽度	t_{RESET}	10	-	-	μs	
WDT RC频率	f_{WDT}	--	--	2	kHz	
32K RC频率	f_{32K}	28.8	32	35.2	KHz	
内建4MHz RC的频率稳定性 (RC)	F	3.92	4.0	4.08	MHz	内建RC振荡器, $V_{DD} = 2.0\text{V} \sim 3.6\text{V}$, $T_A = -10 \sim +70$

注：常温情况， $V_{DD} = 3.0\text{V}$ ，内建4MHz RC误差小于5%。

低电压复位电气特性 ($V_{DD} = 1.8\text{V} - 3.6\text{V}$, $GND = 0\text{V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$, 除非另有说明。)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
LVR电压	V_{LVR}	1.8	1.9	2.0	V	LVR使能 $30\text{kHz} \leq f_{OSC} \leq 4\text{MHz}$, $V_{DD} = 1.8\text{V} - 3.6\text{V}$
LVR低电压复位宽度	T_{LVR}	-	30	-	μs	



产品编号	封装
SH77P1651U/048UR	TQFP48
SH77P1652U/048UR	TQFP48
SH77P1652U/048UA	TQFP48



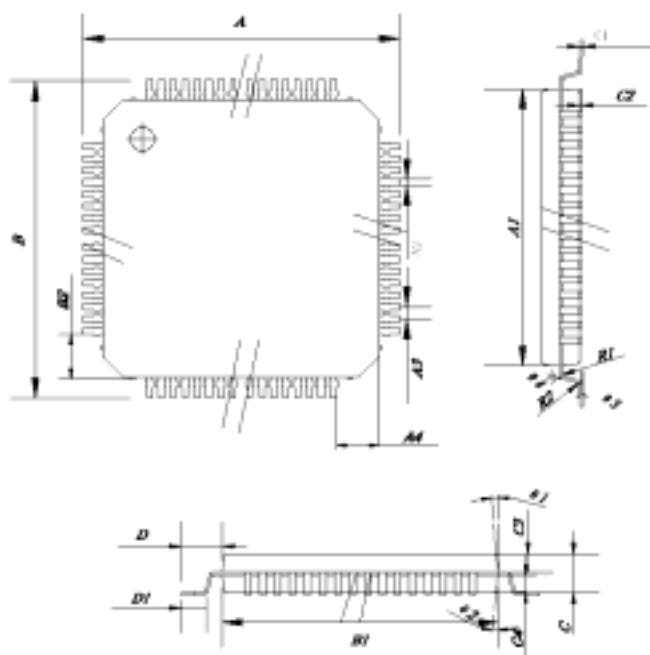
SH77P1651/1652

SH77P1652H	Chip form
------------	-----------



14 封装信息

13.1 TQFP 48外形尺寸 (BODY SIZE: 7*7)



Symbol	Dimensions in		Dimensions in mm	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.346	0.362	8.80	9.20
A1	0.270	0.278	6.85	7.05
A2	0.006	0.010	0.15	0.25
A3	0.020 Typ.		0.5 Typ.	
A4	0.026 Typ.		0.65 Typ.	
B	0.346	0.362	8.80	9.20
B1	0.270	0.278	6.85	7.05
B2	0.026 Typ.		0.65 Typ.	
C	0.035	0.041	0.90	1.05
C1	0.004	0.008	0.09	0.20
C2	0.002	0.006	0.05	0.15
C3	0.017 Typ.		0.4365 Typ.	
C4	0.017 Typ.		0.4365 Typ.	
D	0.033	0.045	0.85	1.15
D1	0.018	0.030	0.45	0.75
R1	0.006 Typ.		0.15 Typ.	
R2	0.006 Typ.		0.15 Typ.	
θ1	12° Typ.		12° Typ.	
θ2	12° Typ.		12° Typ.	
θ3	0° - 7°		0° - 7°	
θ4	7° Typ.		7° Typ.	



15 13.2 规格更改记录

版本	记录	日期
V0.0	初始版本	2012年5月
V0.1	1. 更改了Timer2的说明文字，把TCLK和RCLK部分的文字去掉；	2012年6月
	2. 更改了LVR部分的电气特性参数；	
	3. 7.7.4节更改中断向量部分的说明文字；	
	4. IEN1的EPWM1位的说明文字更改；	
	5. 将LCDCON寄存器中LCDSEL位去掉，改到option选项中OP_LCDSEL；	
	6. 引脚图中去掉VSUB引脚功能。LCD部分VSUB相关内容去掉；	
	7. REM红外发射部分更改；	
	8. EUART框图更改；	
	9. ADC,电容升压型LCD驱动 1V恒压源开启条件更改；	
	10. SH77P1651/SH77P1652首页特性部分格式及部分内容稍作调整	2012年7月
	11. LCD驱动器特性部分稍作调整	
	12. 增加REM模块，专门用于红外发射控制	
	13. 电源上电预热时间修改为9ms	
	14. IO share 中，PWM1，PWM0，REM功能允许说明文字修改	
	15. IO端口特性说明部分稍作调整	
	16. PWM0 周期计数器溢出后，标志PWM0IF由硬件置1,硬件清0	
	17. LCD波形部分增加1/4 DUTY，1/3 BIAS波形	
V0.2	1. 格式修改：时钟，TIMER部分	2012年7月
	2. 修改电气特性参数输入高电平和输入低电平定义	
	3. 修改LCD部分PUMPON，TYPESEL位，及与之对应的一些说明	
	4. 电气参数部分加入动态密码器会用到的待机电流（空闲模式）	
	5. 修改中断汇总表，将REM中断向量地址改为0043H，确保不占用OVL中断默认地址	
	6. 系统时钟和振荡器部分修改时钟定义部分	
	7. RC128K改为64K,上电预热时间改为12ms	2012年9月
	8. SFR地址与SFR映射表不一致的情况。经过确认，以SFR映射表为准 SFR地址修改 LCDCON1 ACH --> AAH P1SS 9BH --> ADH P2SS 9CH --> BBH P3SS 9DH --> BCH P4SS 9EH --> BDH P5SS 9FH --> BEH	
	9. Timer2 方式2：可编程时钟输出 框图中 Mode 3改为Mode 2	
	10. I _{SB5} 条件描述中将“空闲模式”改为“掉电模式”	
	11. 删除寄存器LCDCON ELCC位。 原因：以前参照79F166 LCD模块，79F166电路有缺陷，VOL: V _{LCD} = 1.000 V _{DD} 不能满足。所以电路中增加ELCC，规避此问题。 SH77P1651/SH77P1652无此电路缺陷，所以不需ELCC位	2012年10月
V0.3	1. IO share 中，IEN0寄存器的EX4位置1，改为IEN1寄存器的EX4位置1 IENC0寄存器的EXS40位置1改为IENC寄存器的EXS40位置1	2012年11月- 2013年1月



	2.REM 修改： 2.1 增加说明文字 2.2 高包络有载波，低包络无载波 2.3 删除REMSTATE位 原因：红外信号发送完毕，端口硬件置高阻状态，保证红外二极管无电流通过，所以不需要此位来控制端口状态	
	3.修改PORT3端口共享里AN0~AN7的条件说明。原因：原来的IO share条件错误	
	4.删除EXEN2说明文字： 原因：EUART 自带波特率发生。	
	5. 增加REM电流控制档位代码选项	
	6.电气特性中增加“输出电压3”，Page92。原因：为满足VPP应用引脚上要加如限流电阻，导致灌电流能力变弱。	
	7.对IEN1 “注意”描述说明，进行补充。	
	8.LCDCON1寄存器增加说明文字：“注：该寄存器所有位当选择了电容型LCD驱动时都无效”	
	9.修改LCDCON寄存器中的对比度控制位的档位	
	10. Vref 和 AN7功能位置互换，修改部分涉及:PIN图以及相关寄存器 原因：Layout 电路走线方便，且对实际应用电路的PCB布板无影响	
	11. VPP 和 RESET功能位置互换，修改部分涉及:PIN图以及相关寄存器,编程引脚,代码选项PIN 复位 原因：Layout 电路走线方便，且对实际应用电路的PCB布板无影响	
	12. 删除INT0和INT3和PWM0相关的所有内容 原因：针对遥控器的应用，去掉不需要的模块	
	13. VPP 和 RESET功能位置互换,相应P0.7和P5.5 IO 端口特性更换，修改结果： P5.5 有内部上拉功能 P0.7 无内部上拉功能	
	14. “输出低电压3” IOL = 1mA改为 IOL = 0.5mA, 原因：layout面积太大，修改输出buffer的尺寸	
V0.4	1.电器特性：输入低压2，输入高压2，TXD不采用施密特触发器 原因：施密特触发器的作用是提高干扰性能，只有功能输入端口加施密特触发器 2. 电气特性中：输出低电压2的说明文字增加“P2.3端口” 原因：PWM0的功能删除，但是P2.3口作为背光功能保留	2013年7月
	1. LCDCON寄存器中增加“注：PUMPON必须为1，电容偏压型和电压稳定器型LCD才有效”	2013年8月
	2.删除直流电器特性中关于PUMP开关的描述	
	3. 修改ADC通道0相关内容	
	4.电气特性中REM灌电流标号由IOL 改为 IREML	



SH77P1651/1652

	5. 修改电气特性中ISB1~ISB5的电流值 修改原因：sample实测值超出SPEC定义	2013-9-16
	6. OTP型程序存储器章节增加描述文字：OTP的烧写方式请参考烧写软件（ProWriter）的帮助文件（《Pro03A烧写器使用说明》） 修改原因：PM要求	2013-9-16
	7. QFP44封装改为LQFP44 修改原因：封装库更新	2013-09-25
	8. 删除77P0851和77P0451相关内容，增加77P1652。77P1651不含ADC，77P1652含ADC，其余完全一样 修改原因：市场需求	2013-09-25
	9. 删除LQFP44封装相关内容；77P1651删除chip form封装；增加产品信息表 修改原因：市场需求	2013-9-26
	10. 增加SH77P1651无ADC功能说明。 修改原因：PM要求，市场定位	2013-10-26
	11. 增加内建4M RC精度描述 修改原因：客户需求，要求体现常温下4M RC的精度	2013-11-6
V0.5	1. 增加应用电路 修改原因：之前未加入	2013-12-10
	2. 修改LCD VP1电压范围	2014-01-02
	3. Feature中FLASH ROM改为OTP ROM	2014-01-02
	4. 更新目录	2014-01-02
	5. 修改更改记录部分描述	2014-01-02
	6. 订购信息中增加卷带封装	2014-01-02
	7. 为chip form出货增加pad配置相关内容	2014-01-06

**目录**

1	特性.....	1
2	概述.....	1
3	方框图.....	2
4	引脚配置.....	3
5	引脚描述.....	5
6	产品信息.....	9
7	SFR映射	10
8	标准功能.....	18
8.1	CPU	18
8.1.1	特性.....	18
8.2	随机数据存储器 (RAM)	20
8.2.1	特性.....	20
8.2.2	寄存器.....	20
8.3	OTP型程序存储器 (ROM)	21
8.3.1	特性.....	21
8.3.2	寄存器.....	21
8.4	系统时钟和振荡器.....	22
8.4.1	特性.....	22
8.4.2	概述.....	22
8.4.3	时钟定义.....	22
8.4.4	功耗控制.....	23
8.4.5	系统时钟监控(SCM).....	23
8.4.6	寄存器.....	23
8.4.7	振荡器类型.....	24
8.5	I/O端口.....	25
8.5.1	特性.....	25
8.5.2	寄存器.....	25
8.5.3	端口模块图.....	26
8.5.4	端口共享.....	27
8.6	定时器.....	33
8.6.1	特性.....	33
8.6.2	定时器2.....	33
8.6.3	定时器3.....	38
8.7	中断.....	40
8.7.1	特性.....	40
8.7.2	中断允许.....	40
8.7.3	寄存器.....	40
8.7.4	中断标志.....	42
8.7.5	中断向量.....	43
8.7.6	中断优先级.....	43
8.7.7	中断处理.....	44
8.7.8	中断响应时间.....	44
8.7.9	外部中断输入.....	45
8.7.10	中断汇总.....	45



9	加强功能	46
9.1	LCD驱动器	46
9.1.1	特性	46
9.1.2	电阻型LCD驱动器	46
9.1.3	电容型LCD驱动器	47
9.1.4	LCD 波形	48
9.1.5	寄存器	50
9.1.6	LCD RAM配置	53
9.2	模/数转换器(ADC) (SH77P1651无此功能)	55
9.2.1	特性	55
9.2.2	ADC模块图	55
9.2.3	寄存器	56
9.3	脉冲宽度调制(PWM)	60
9.3.1	特性	60
9.3.2	(8位)脉冲宽度调制PWM1	60
9.4	(8位)基于PWM1的红外发射模块(REM):	63
9.5	增强型通用异步收发器(EUART)	66
9.5.1	特性	66
9.5.2	EUART工作方式	66
9.5.3	可微调波特率	71
9.5.4	多机通讯	71
9.5.5	帧出错检测	72
9.5.6	寄存器	73
9.6	低电压复位(LVR)	76
9.7	看门狗定时器(WDT), 程序超范围溢出(OVL)复位及其它复位状态	77
9.7.1	特性	77
9.8	电源管理	79
9.8.1	特性	79
9.8.2	空闲模式(Idle)	79
9.8.3	掉电模式(Power-Down)	79
9.8.4	寄存器	80
9.9	预热计数器(WARM-UP COUNTER)	81
9.9.1	特性	81
9.10	代码选项	82
10	指令集	83
11	电气特性	88
12	应用电路(仅供参考)	92
13	订购信息	92
14	封装信息	94
13.1	TQFP 48外形尺寸(BODY SIZE: 7*7)	94
15	13.2 规格更改记录	95