

IP5901 数据手册

目录

1. 产品简述	3
1.1 产品特性	3
1.2 简介及系统框图	4
1.3 引脚说明	6
2. 电气参数	7
2.1 极限参数	7
2.2 推荐工作条件	7
2.3 电气特性	7
3. MCU 与存储器	9
3.1 概述	9
3.1.1 MCU 指令集	9
3.2 程序存储空间	12
3.3 数据存储空间	13
3.4 特殊功能寄存器	13
3.5 烧录口 ICP	13
3.6 Register	13
4. 系统控制模块	14
4.1 正常工作状态与低功耗	14
4.2 唤醒源	14
4.2.1 唤醒源查询寄存器	14
4.3 唤醒配置的相关寄存器	15
5. 中断	16
5.1 中断向量表	16
5.2 中断置起的相关寄存器	17
5.3 中断源配置相关寄存器	19
5.4 中断优先级	21
6. 系统时钟	22
6.1 高频时钟	22
6.2 低频时钟	22
6.3 时钟配置相关寄存器	23
7.I/O 端口	23
7.1 I/O 口功能	23
7.2 I/O 端口配置寄存器	24
7.2.1 I/O 端口通用配置寄存器	24
7.2.2 I/O 端口数据寄存器	24
7.2.3 I/O 端口复用配置寄存器	25
8.硬件按键 Key	26
8.1 Key 模块介绍	26
8.2 key 状态相关寄存器	26
9.定时器	26

9.1 看门狗定时器	26
9.2 Timer0/Timer1/Timer2 定时器/计数器	28
9.2.1 Timer0 定时器/计数器相关寄存器.....	28
9.2.2 Timer1 定时器/计数器相关寄存器.....	28
9.2.3 Timer2 定时器/计数器相关寄存器.....	29
9.3 PWM.....	30
9.3.1 PWM0 相关寄存器	30
9.3.2 PWM1 相关寄存器	31
10.模数转换（ADC）	31
10.1 ADC 模块介绍	31
10.2ADC 相关寄存器汇总	32
10.2.1ADC 配置寄存器	32
10.2.2 ADC_VIN 数据寄存器	34
10.2.3 ADC_VBAT 数据寄存器.....	34
10.2.4 ADC_ICHG 数据寄存器	34
10.2.5 ADC_VGP0（IO1）数据寄存器.....	35
10.2.6 ADC_VGP1（IO2）数据寄存器.....	35
10.2.7 ADC_VNMOS1 数据寄存器.....	35
10.2.8 ADC_VNMOS2 数据寄存器.....	36
11.Charger 模块.....	36
11.1 模块介绍	36
11.2Charger 相关寄存器.....	36
12.Boost 模块.....	38
12.1 Boost 模块介绍	38
12.2 Boost 轻载检测	39
12.2.1 Boost 轻载相关寄存器	39
12.3 VOUT 插入检测	40
12.3.1 VOUT 插入相关寄存器	40
12.4 Boost 相关寄存器	41
13.NMOS 模块.....	42
13.1 NMOS 模块介绍.....	42
13.2 NOMS 模块相关寄存器	43
14.典型应用原理图	45
14.封装信息	46
15.IC 丝印说明	47
16.责任及版权声明	48

1. 产品简述

1.1 产品特性

- **MCU**
 - ◇ 兼容 8051 指令集内核
 - ◇ 5K Bytes OTP 型程序存储器
 - ◇ 256 Bytes RAM 通用数据存储器，支持直接寻址、间接寻址等多种寻址方式
 - ◇ 系统时钟：低速 32KHz、高速 12MHz
 - ◇ 3*16bits 定时器：Timer0、Timer1、Timer2
 - ◇ 2 个 PWM 复用定时器 Timer1、Timer2
 - ◇ 7 通道 10bit 位宽 ADC：4 路内置电压采样通道，2 路外部采样通道，1 路电流采样
 - ◇ IO 口资源：支持最多 6 个普通 IO 口
- **同步开关放电**
 - ◇ 最大 800mA 同步升压转换
 - ◇ 升压电压可调 4.6V~5.2V
 - ◇ 升压效率最高达 93%
- **充电**
 - ◇ 最大 500mA 线性充电，电流可调节 12.5mA/Step
 - ◇ 支持 4.20V、4.30V、4.35V 和 4.4V 电池
 - ◇ 支持自动再充电功能
 - ◇ 可反馈充电状态
- **低功耗**
 - ◇ 待机功耗最小可至 15 μ A
- **BOM 极简**
 - ◇ 功率 MOS 内置
- **多重保护、高可靠性**
 - ◇ 输出过流、短路保护
 - ◇ 输入过压、过充保护
 - ◇ 整机过温保护
 - ◇ ESD 4KV，VIN 瞬态耐压高达 15V
- **封装方式 SOP16**

1.2 简介及系统框图

IP5901 是一款集成 5V 升压转换、锂电池充电管理及负端 NMOS 管的 8-bit MCU 芯片，为小型电子设备提供高集成度解决方案。

IP5901 内置兼容 8051 指令集 8-bit MCU，最高为 12MHz 主频时钟，内置 256 Bytes RAM 及 5K Bytes OTP ROM 为便携电子设备提供充足的编程空间。

IP5901 内置一个 5V 输出、同步整流的升压 DC-DC，功率管内置，提供最大 800mA 输出电流，升压效率高至 93%。DC-DC 转换器开关频率在 1.5MHz，可以支持低成本电感和电容。

IP5901 的线性充电提供最大 500mA 充电电流，可灵活配置充电电流。内置输入欠压、过压、过流、IC 过温和输入欠压智能调节充电电流功能，提供安全可靠的充电管理。

IP5901 内置负端 NMOS1，NMOS2 及 MOS 管电流检测，高低电平变化检测，多电阻切换。

IP5901 内置 20uA/100uA 恒流源及 10-bit ADC，可实现自定义 NTC 功能。

IP5901 的高集成度与丰富功能，使其在应用时仅需极少的外围器件，并有效减小整体方案的尺寸，降低 BOM 成本，图 1 为系统框架图。

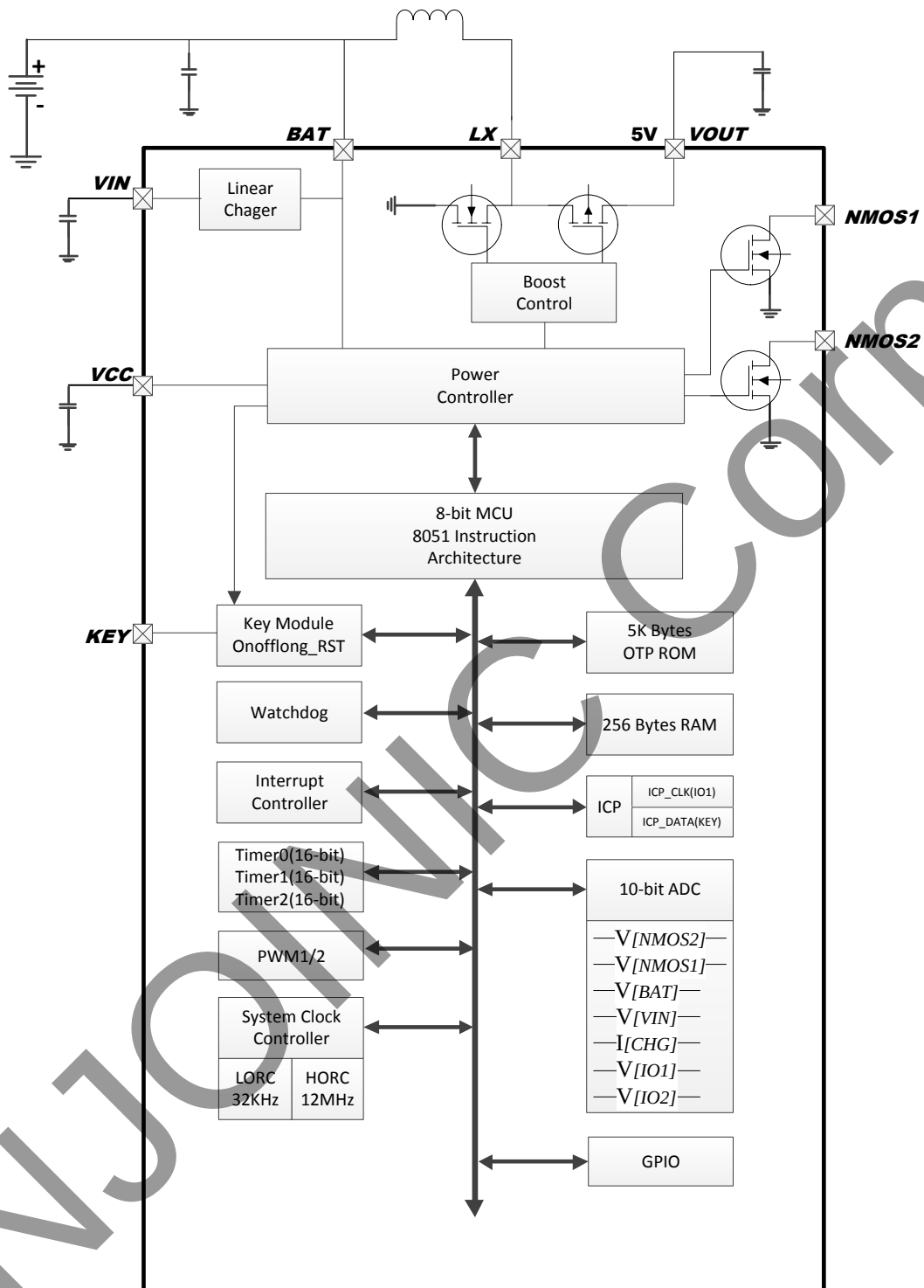


图 1 IP5901 内部系统框图

1.3 引脚说明



图 2 IP5901 引脚图

引脚编号	引脚名字	引脚功能			
		F1	F2	F3	F4
1	NMOS1	NMOS1	ADC-VNMOS1	PWM1 开漏输出	-
2	KEY	KEY	通用 IO8	SIRQ0 外部中断	PWM1
3	IO1	通用 IO1	ADC0 电压检测	20uA 恒流源	-
4	IO2	通用 IO2	ADC1 电压检测	20uA 恒流源	100uA 恒流源
5	IO4	通用 IO4	SIRQ0 外部中断	PWM1	-
6	IO5	通用 IO5	SIRQ1 外部中断	PWM2	-
7	IO6	通用 IO6	SIRQ0 外部中断	PWM1	-
8	IO7	通用 IO7	SIRQ1 外部中断	PWM2	-
9	VIN	充电输入 5V 端	-	-	-
10	BAT	线充输出, 接锂电池正端	-	-	-
11	VCC	系统电源, 不可做输出驱动, 必需外接一个 2.2uF 电容到地	-	-	-
12	GND	系统地	-	-	-
13	LX	升压开关节点	-	-	-
14	VOUT	升压输出端	-	-	-
15	NMOS2	NMOS2	ADC-VNMOS2	PWM2 开漏输出	-
16	GND	系统地	-	-	-

2. 电气参数

2.1 极限参数

参数	符号	值	单位
端口输入电压范围	VIN	-0.3 ~ 15	V
结温范围	T _J	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	T _{stg}	-60 ~ 150	°C
热阻（结温到环境）	θ _{JA}	50	°C/W
人体模型（HBM）	ESD	4	KV

*高于绝对最大额定值部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害，在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

2.2 推荐工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	VIN	4.5	5	6.0	V
工作环境温度	T _A	-20	--	85	°C

*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

2.3 电气特性

除特别说明，T_A=25°C，L=2.2uH

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
充电系统						
输入电压	VIN	V _{BAT} =3.7V	4.5	5	6.0	V
输入过压	VIN _{OV}		5.8	6	6.2	V
VIN 唤醒电压	VIN _{OK}		3.0	3.2	3.4	V
充电关闭电压	VIN _{UV}		4.0	4.2	4.4	V
CV 恒压充电电压	CV _{4.2V}		4.16	4.20	4.24	V
	CV _{4.30V}		4.28	4.30	4.34	V
	CV _{4.35V}		4.33	4.35	4.4	V
	CV _{4.4V}		4.38	4.40	4.44	V
充电截止电流	I _{VINstop}	输入 VIN=5V	30	30	40	mA
充电电流	I _{VIN}	VIN 口充电电流输入端电流, V _{BAT} =3.7V 设定充电电流为 350mA	320	350	380	mA

涓流充电电流	I_{TRKL}	VIN=5v, BAT=2.7v	20	25	30	mA
涓流截止电压	V_{TRKL}		2.9	3	3.1	V
再充电阈值	V_{RCH}		4.07	4.1	4.13	V
充电截止时间	T_{END}		20	24	28	Hour
升压系统						
Boost 工作电压	V_{BAT}		3.0	3.7	4.4	V
低电关机电压	V_{BATLOW}	IOUT=300mA	2.9	2.95	3.0	V
开关工作电池输入电流	I_{BAT}	VBAT=3.7V, VOUT=5.0V, fs=1.5MHz (无 led 显示、VOUT 无负载)		4	6	mA
DC 输出电压	V_{OUT}	VBAT=3.7V @0A	5.0	5.05	5.15	V
		VBAT=3.7V @300mA	4.75	5.0	5.15	V
输出电压纹波	ΔV_{OUT}	VBAT=3.0V~4.4V	50	100	150	mV
升压系统供电电流	I_{VOUT}	VBAT=3.0V~4.4V	0		800	mA
升压系统过流关断电流	I_{VOUT}	VBAT=3.0V~4.4V	0.6	0.8	0.9	A
负载过流检测时间	T_{UVD}	输出电压持续低于 4.2V		30		ms
控制系统						
开关频率	fs	放电开关频率	1.3	1.5	1.6	MHz
PMOS 导通电阻	$r_{DS(on)}$			185		mΩ
NMOS 导通电阻				200		mΩ
VCC 电压	VCC	VCC 无负载。VCC=VBAT。VBAT 浮空只有 VIN 供电时, VCC=3.3V	VBAT-0.1	VBAT	VBAT	V
电池待机电流	I_{STB}	VIN=0V, VBAT=3.7V	10	15	25	uA
IO 口驱动电流	I_{Gpio}		4	6	8	mA
无负载自动关机时间	T_{loadD}	负载电流持续小于 4mA	5	6	8	s
短按按键时间	$T_{OnDebounce}$		100		300	ms
长按按键时间	$T_{Keylight}$		2		3	s
热关断结温	T_{OTP}	上升温度	130	140	150	℃
热关断迟滞	ΔT_{OTP}		30	40	50	℃

*上述数据基于 demo 程序测试, 多个参数规格可软件配置

3. MCU 与存储器

3.1 概述

3.1.1 MCU 指令集

- IP5901 内置 8-bit MCU，其指令集兼容 8051。

算术操作指令

Mnemonic	Description	Code	Bytes	Cycles
ADD A,Rn	Add register to accumulator	28-2F	1	1
ADD A,direct	Add direct byte to accumulator	25	2	2
ADD A,@Ri	Add indirect RAM to accumulator	26-27	1	2
ADD A,#data	Add immediate data to accumulator	24	2	2
ADDC A,Rn	Add register to accumulator with carry flag	38-3F	1	1
ADDC A,direct	Add direct byte to A with carry flag	35	2	2
ADDC A,@Ri	Add indirect RAM to A with carry flag	36-37	1	2
ADDC A,#data	Add immediate data to A with carry flag	34	2	2
SUBB A,Rn	Subtract register from A with borrow	98-9F	1	1
SUBB A,direct	Subtract direct byte from A with borrow	95	2	2
SUBB A,@Ri	Subtract indirect RAM from A with borrow	96-97	1	2
SUBB A,#data	Subtract immediate data from A with borrow	94	2	2
INC A	Increment accumulator	04	1	1
INC Rn	Increment register	08-0F	1	2
INC direct	Increment direct byte	05	2	3
INC @Ri	Increment indirect RAM	06-07	1	3
INC DPTR	Increment data pointer	A3	1	1
DEC A	Decrement accumulator	14	1	1
DEC Rn	Decrement register	18-1F	1	2
DEC direct	Decrement direct byte	15	2	3
DEC @Ri	Decrement indirect RAM	16-17	1	3
MUL AB	Multiply A and B	A4	1	5
DIV	Divide A by B	84	1	5
DA A	Decimal adjust accumulator	D4	1	1

逻辑操作指令

Mnemonic	Description	Code	Bytes	Cycles
ANL A,Rn	AND register to accumulator	58-5F	1	1
ANL A,direct	AND direct byte to accumulator	55	2	2
ANL A,@Ri	AND indirect RAM to accumulator	56-57	1	2
ANL A,#data	AND immediate data to accumulator	54	2	2
ANL direct,A	AND accumulator to direct byte	52	2	3
ANL direct,#data	AND immediate data to direct byte	53	3	4
ORL A,Rn	OR register to accumulator	48-4F	1	1
ORL A,direct	OR direct byte to accumulator	45	2	2
ORL A,@Ri	OR indirect RAM to accumulator	46-47	1	2
ORL A,#data	OR immediate data to accumulator	44	2	2
ORL direct,A	OR accumulator to direct byte	42	2	3
ORL direct,#data	OR immediate data to direct byte	43	3	4
XRL A,Rn	Exclusive OR register to accumulator	68-6F	1	1
XRL A,direct	Exclusive OR direct byte to accumulator	65	2	2
XRL A,@Ri	Exclusive OR indirect RAM to accumulator	66-67	1	2
XRL A,#data	Exclusive OR immediate data to accumulator	64	2	2
XRL direct,A	Exclusive OR accumulator to direct byte	62	2	3
XRL direct,#data	Exclusive OR immediate data to direct byte	63	3	4
CLR A	Clear accumulator	E4	1	1
CPL A	Complement accumulator	F4	1	1
RL A	Rotate accumulator left	23	1	1
RLC A	Rotate accumulator left through carry	33	1	1
RR A	Rotate accumulator right	03	1	1
RRC A	Rotate accumulator right through carry	13	1	1
SWAP A	Swap nibbles within the accumulator	C4	1	1

数据传输指令

Mnemonic	Description	Code	Bytes	Cycles
MOV A,Rn	Move register to accumulator	E8-EF	1	1
MOV A,direct	Move direct byte to accumulator	E5	2	2
MOV A,@Ri	Move indirect RAM to accumulator	E6-E7	1	2
MOV A,#data	Move immediate data to accumulator	74	2	2
MOV Rn,A	Move accumulator to register	F8-FF	1	2
MOV Rn,direct	Move direct byte to register	A8-AF	2	4
MOV Rn,#data	Move immediate data to register	78-7F	2	2
MOV direct,A	Move accumulator to direct byte	F5	2	3
MOV direct,Rn	Move register to direct byte	88-8F	2	3
MOV direct1,direct2	Move direct byte to direct byte	85	3	4
MOV direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	86-87	2	4
MOV direct,#data	Move immediate data to direct byte	75	3	3
MOV @Ri,A	Move accumulator to indirect RAM	F6-F7	1	3
MOV @Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	A6-A7	2	5
MOV @Ri,#data	Move immediate data to indirect RAM	76-77	2	3
MOV DPTR,#data16	Load data pointer with a 16-bit constant	90	3	3
MOVC A,@A+DPTR	Move code byte relative to DPTR to accumulator	93	1	3
MOVC A,@A+PC	Move code byte relative to PC to accumulator	83	1	3
MOVX A,@Ri	Move external RAM (8-bit addr.) to A	E2-E3	1	3-10
MOVX A,@DPTR	Move external RAM (16-bit addr.) to A	E0	1	3-10
MOVX @Ri,A	Move A to external RAM (8-bit addr.)	F2-F3	1	4-11
MOVX @DPTR,A	Move A to external RAM (16-bit addr.)	F0	1	4-11
PUSH direct	Push direct byte onto stack	C0	2	4
POP direct	Pop direct byte from stack	D0	2	3
XCH A,Rn	Exchange register with accumulator	C8-CF	1	2
XCH A,direct	Exchange direct byte with accumulator	C5	2	3
XCH A,@Ri	Exchange indirect RAM with accumulator	C6-C7	1	3
XCHD A,@Ri	Exchange low-order nibble indir. RAM with A	D6-D7	1	3

位操作指令

Mnemonic	Description	Code	Bytes	Cycles
CLR C	Clear carry flag	C3	1	1
CLR bit	Clear direct bit	C2	2	3
SETB C	Set carry flag	D3	1	1
SETB bit	Set direct bit	D2	2	3
CPL C	Complement carry flag	B3	1	1
CPL bit	Complement direct bit	B2	2	3
ANL C,bit	AND direct bit to carry flag	82	2	2
ANL C,/bit	AND complement of direct bit to carry	B0	2	2
ORL C,bit	OR direct bit to carry flag	72	2	2
ORL C,/bit	OR complement of direct bit to carry	A0	2	2
MOV C,bit	Move direct bit to carry flag	A2	2	2
MOV bit,C	Move carry flag to direct bit	92	2	3

程序跳转指令

Mnemonic	Description	Code	Bytes	Cycles
ACALL addr11	Absolute subroutine call	xxx11	2	6
LCALL addr16	Long subroutine call	12	3	6
RET	from subroutine	22	1	4
RETI	from interrupt	32	1	4
AJMP addr11	Absolute jump	xxx01	2	3
LJMP addr16	Long jump	02	3	4
SJMP rel	Short jump (relative addr.)	80	2	3
JMP @A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	73	1	2
JZ rel	Jump if accumulator is zero	60	2	3
JNZ rel	Jump if accumulator is not zero	70	2	3
JC rel	Jump if carry flag is set	40	2	3
JNC	Jump if carry flag is not set	50	2	3
JB bit,rel	Jump if direct bit is set	20	3	4
JNB bit,rel	Jump if direct bit is not set	30	3	4
JBC bit,direct rel	Jump if direct bit is set and clear bit	10	3	4
CJNE A,direct rel	Compare direct byte to A and jump if not equal	B5	3	4
CJNE A,#data rel	Compare immediate to A and jump if not equal	B4	3	4
CJNE Rn,#data rel	Compare immed. to reg. and jump if not equal	B8-BF	3	4
CJNE @Ri,#data rel	Compare immed. to ind. and jump if not equal	B6-B7	3	4
DJNZ Rn,rel	Decrement register and jump if not zero	D8-DF	2	3
DJNZ direct,rel	Decrement direct byte and jump if not zero	D5	3	4
NOP	No operation	00	1	1

3.2 程序存储空间

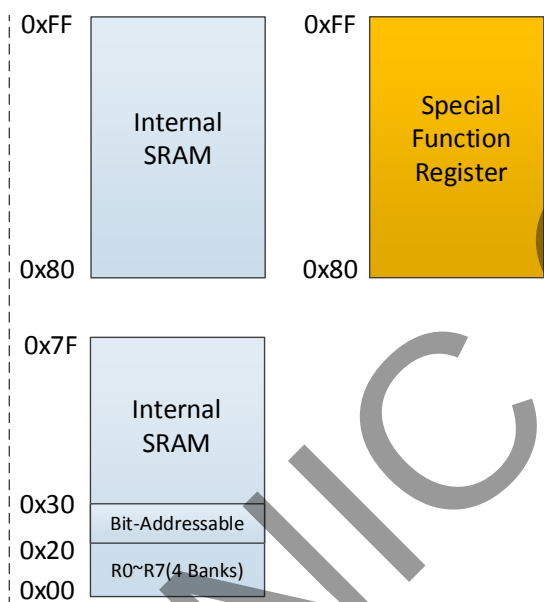
- IP5901 内置 5K Bytes OTP 程序存储空间，用来存放用户代码及储存程序。
- 程序存储空间由程序计数器来寻址，也包含数据、表格、中断入口等。
- 程序存储空间内的某些地址用作诸如复位和中断入口等特殊用途。

3.3 数据存储空间

- 内部 SRAM 空间共 256 Bytes，地址 00h~FFh。
- 其中低 128 Bytes（地址 0x00~0x7F）支持直接和间接寻址方式，高 128 Bytes（地址 0x80~0xFF）只支持间接寻址方式。

3.4 特殊功能寄存器

- SFR 特殊寄存器空间地址占据数据空间高 128 Bytes（地址 0x80~0xFF）只支持间接寻址方式。



3.5 烧录口 ICP

程序烧录口包含 2 根信号线：ICP_DATA(复用 KEY)和 ICP_CLK(复用 GPIO1)。

上电的时候，若检测 KEY/GPIO1 均为高电平并持续大于 8ms，则将 KEY/GPIO1 切换为 ICP 接口，否则 KEY/GPIO1 当做正常功能使用。

3.6 Register

CPU 的内部寄存器有如下几个。

序号	寄存器符号	寄存器地址	寄存器名称和描述
1	SP	81h	Stack Pointer
2	DPL	82h	Data Pointer Low 0
3	DVM	83h	Data Pointer High 0
4	DPL1	84h	Data Pointer Low 1

5	DVM1	85h	Data Pointer High 1
6	PCON	87h	MCU Power Control
7	CKCON	8Eh	MCU Clock Control
8	DPS	92h	Data Pointer Select Register
9	PSW	D0h	Program status word
10	ACC	E0h	Accumulator
11	B	F0h	B Register

4. 系统控制模块

4.1 正常工作状态与低功耗

- 芯片正常工作状态下，所有时钟均使能。
- 芯片的休眠模式即为低功耗模式，仅 LOSC 时钟工作。
- 执行 STOP 指令可使系统进入低功耗模式。

4.2 唤醒源

唤醒 IP5901 有两种情况，一是芯片首次上电，这种情况下 IC 需要激活唤醒，激活 IP5901 的方式只有插入 VIN。另一种是已经激活的 IC 再次进入 standby 休眠状态后可以通过以下唤醒源唤醒 CPU，程序将重新从启动文件开始执行。

IP5901 系统的 Wakeup 信号源包括：

- 1、5V 适配器接入 VIN；
- 2、Key 按下（包括短按/长按/上升沿/下降沿等，任选一种）；
- 3、外部中断 SIRQ0/SIRQ1；
- 4、Watchdog；
- 5、VOUT 插入；

唤醒 IP5901 后，用户可以通过只读寄存器 DEBUG5(0x8D)和 DEBUG6(0x8F)对应的 bit 位来查询唤醒方式。

4.2.1 唤醒源查询寄存器

DEBUG5(0x8D)

Offset = 0x8D, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	0
5	PLOUT	Boost 轻载标志 由 VOUT_PLUG 配置使能及 debounce 时间	R	0
4	voutplug	唤醒源 VOUT 插入	R	0
3	-	Reserved	R	0
2	SIRQ1	唤醒源 SIRQ1	R	0
1	SIRQ0	唤醒源 SIRQ0	R	0
0	wk_flag[8]	唤醒源 vinwk	R	0

DEBUG6(0x8F)

Offset = 0x8F, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	0
5	wk_flag[5]	唤醒源 wdg rst	R	0
4	wk_flag[4]	唤醒源 onoff 按键	R	0
3:0	-	Reserved	R	0

4.3 唤醒配置的相关寄存器

Wakeup_CTL0(0x98)

Offset = 0x98, Default=0xC0

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	KEY_Double_EN	1: Enable, 双击时屏蔽单击信号 0: Disable, 双击时同时存在单击信号	R/W	1
6:4	WKUPEN_Mode	按键唤醒选择: 000: Disable 001: 抬起来 010: 按下去 011: 上升沿+下降沿 100: 短按 101: 长按	R/W	0
3	Batlow_Off_EN	Batlow 关机信号是否有效 1: Enable 0: Disable	R/W	0
2	VOUT_PLUG_WK_EN	检测到 Vout 插入唤醒使能 0: disable 1: enable	R/W	0
1	-	Reserved	R/W	-
0	Wdg_RST_WK_EN	配置 Watchdog 发出 RST 后的唤醒使能: 1: Enable 0: Disable	R/W	0

SIRQ_WK(0x96)

Offset = 0x96, Default = 0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	Sirq1 唤醒使能	1: Enable 0: Disable	R/W	0
6	Sirq0 唤醒使能	1: Enable 0: Disable	R/W	0
5:3	SIRQ1_WAKEUP_SET	Sirq1 唤醒选择:	R/W	000

		000: disable 001: 上升沿 010: 下降沿 011: 上升/下降沿 100: 低电平 101: 高电平		
2:0	SIRQ0_WAKEUP_SET	Sirq1 唤醒选择: 000: disable 001: 上升沿 010: 下降沿 011: 上升/下降沿 100: 低电平 101: 高电平	R/W	000

5. 中断

IP5901 系统的中断源包括:

- 1、Boost 异常中断（欠压 Lowpot 或者短路 SCDT）；
- 2、电池低电 Batlow（有 VIN 插入信号时自动屏蔽该信号）：
硬件检测到电池低电自动关机进 Standby。batlow 的电压有 2.7/2.8/2.9/3.0V 四挡可选，同时有 0.1V 的迟滞范围，防止误触发；
- 3、Key（包括长按、双击、短按、按下、抬起）；
- 4、Watchdog；
- 5、计时器 Timer0、Timer1、Timer3；
- 6、外部中断 SIRQ0、SIRQ1；
- 7、芯片过温 OT；
- 8、VIN 过压 VINOV，欠压 VINUV，插入 VIN_IN，拔出 VIN_OUT；

5.1 中断向量表

中断序号	中断名称	中断向量
0	SCDT Lowpot	0x03
1	Watchdog	0x0b
2	Timer1	0x13
3	VINOV VINUV	0x1b
4	NC	0x23
5	NC	0x2b
6	SIRQ0	0x33
7	Timer2	0x3b
8	KEY	0x43
9	Timer0	0x4b
10	OT	0x53

11	VIN_IN VIN_OUT	0x5b
12	NC	0x63
13	NC	0x6b
14	SIRQ1	0x73
15	NC	0x7b
16	Batlow_IRQ	0x83

5.2 中断置起的相关寄存器

IRQ_PEND0(0xA1)

Offset = 0xA1, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	Boost_SCDT	Boost 短路异常 SCDT 标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
6	Boost_Lowpot	Boost 低压异常 Lowpot 标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
5	Batlow	Batlow 电池低电标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
4	KEY_Long	长按键: KEY 持续长按超过 2S 小于 8S (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
3	KEY_Double	双击: KEY 在 1S 内出现 2 次短按 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
2	KEY_Short	短按键: KEY 在 60mS~1S 以内出现 1 次短按 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
1	KEY_UP	按键抬起来: KEY 由低电转高, 持续 60mS (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
0	KEY_Down	按键按下去: KEY 由高电转低, 持续 60mS (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0

IRQ_PEND1(0xA2)

Offset = 0xA2, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	Watchdog	Watchdog 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0

6	Timer1	Timer1 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
5	Timer0	Timer0 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
4	-	Reserved	R/W	-
3	VINUV	VIN 欠压标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
2	VINOV	VIN 过压标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
1	VIN_OUT	VIN 拔出标志 (写 1 清除) vinok 掉下去的阈值, 3.6V/3.1V 可选 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
0	VIN_IN	VIN 插入 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0

IRQ_PEND2(0xA3)

Offset = 0xA3, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	OT	芯片 OT 过温标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
6:0	-	Reserved	R/W	-

IRQ_PEND3(0xD2)

Offset = 0xA3, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:3	-		R/W	-
2	Pending	Timer2 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
1	Pending	SIRQ1 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0
0	Pending	SIRQ2 中断标志 (写 1 清除) 1: 标志置起 0: 标志未置起	R/W	0

5.3 中断源配置相关寄存器

EA(0xD1)

Offset = 0xD1, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:1	-	Reserved	R	-
0		系统中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0

IRQ_EN0(0xA4)

Offset = 0xA4, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	Boost_SCDT_IRQ_EN	Boost 短路异常 SCDT 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
6	Boost_Lowpot_IRQ_EN	Boost 低压异常 Lowpot 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
5	Batlow_IRQ_EN	电池低电中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
4	KEY_Long_IRQ_EN	KEY 长按中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
3	KEY_Double_IRQ_EN	KEY 双击中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
2	KEY_Short_IRQ_EN	KEY 短按中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
1	KEY_UP_IRQ_EN	KEY 抬起来中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
0	KEY_Down_IRQ_EN	KEY 按下中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0

IRQ_EN1(0xA5)

Offset = 0xA5, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	Watchdog_IRQ_EN	Watchdog 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0

6	Timer1_IRQ_EN	Timer1 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
5	Timer0_IRQ_EN	Timer0 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
4	-	Reserved	R/W	-
3	VINUV_IRQ_EN	VIN 欠压中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
2	VINOV_IRQ_EN	VIN 过压中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
1	VIN_OUT_IRQ_EN	VIN 拔出中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
0	VIN_IN_IRQ_EN	VIN 插入中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0

IRQ_EN2(0xA6)

Offset = 0xA6, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	OT_IRQ_EN	芯片过温中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
6:0	-	Reserved	R/W	-

IRQ_EN3(0xD3)

Offset = 0xD3, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:3	-		R/W	-
2	Timer2	Timer2 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
1	SIRQ1	SIRQ1 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0
0	SIRQ0	SIRQ0 中断使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0

SIRQ_CLT(0x95)

Offset = 0x95, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	SIRQ1_IN	SIRQ1 input data	R	x
6:4	SIRQ1_sel	Sirq1 中断模式选择: 000: reserved 001: 上升沿 010: 下降沿 011: 上升/下降沿 100: 低电平 101: 高电平 110: reserved 111: reserved	R/W	0
3	SIRQ0_IN	SIRQ0 input data	R	x
0	SIRQ1_sel	Sirq0 中断模式选择: 000: reserved 001: 上升沿 010: 下降沿 011: 上升/下降沿 100: 低电平 101: 高电平 110: reserved 111: reserved	R/W	000

5.4 中断优先级

IP5901 内核共有 4 个中断优先级，其配置如下：

ip1.x	ip0.x	Priority Level
0	0	Level0 (lowest)
0	1	Level1
1	0	Level2
1	1	Level3 (highest)

Bits	Group		
IP1.0, IP0.0	SCDT Lowpot	Batlow_IRQ	KEY
IP1.1, IP0.1	Watchdog	SIRQ0	Timer0
IP1.2, IP0.2	Timer1	-	OT
IP1.3, IP0.3	VINOV VINUV	Timer2	VIN_IN VIN_OUT
IP1.4, IP0.4	-	-	-
IP1.5, IP0.5	-	SIRQ1	-

INT_PRO0(0x90)

Offset = 0x90, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	-		R/W	0
6	-		R/W	0
5	IP0.5		R/W	0
4	IP0.4		R/W	0
3	IP0.3		R/W	0
2	IP0.2		R/W	0
1	IP0.1		R/W	0
0	IP0.0		W	0

INT_PRO1(0x91)

Offset = 0x91, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	-		R/W	0
6	-		R/W	0
5	IP1.5		R/W	0
4	IP1.4		R/W	0
3	IP1.3		R/W	0
2	IP1.2		R/W	0
1	IP1.1		R/W	0
0	IP1.0		W	0

6. 系统时钟

芯片运行所需要的时钟源由振荡器提供，本芯片所提供的振荡器有两种：

12MHz 高频 RC 振荡器 HOSC；

32KHz 低频 RC 振荡器 LOSC；

CPU 的时钟源固定为系统主时钟 HOSC，CPU 的时钟频率 F_{CLK} 固定为 HOSC 的 4 分频。

6.1 高频时钟

芯片内置 1 个振荡频率为 12MHz 的高精度 HOSC 振荡器，其分频时钟用作系统主时钟源。

6.2 低频时钟

芯片内置 1 个振荡频率为 32KHz 的 LOSC 振荡器，LOSC 在工作状态和低功耗状态为相关电路提供时钟。

6.3 时钟配置相关寄存器

CMU_CTL(0x9A)

Offset = 0x9A, Default=0xFA

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	ADC_Reset	0: Reset 1: Normal	R/W	1
6	Timer_Reset	0: Reset 1: Normal	R/W	1
5	CHG_Reset	0: Reset 1: Normal	R/W	1
4	ADC_CLK_EN	ADC 时钟使能 (hclk & adc_clk) 1: Enable 0: Disable	R/W	1
3	Timer_CLK_EN	Timer 时钟使能 (hclk) 1: Enable 0: Disable	R/W	1
2:0	-	Reserved	R/W	-

7.I/O 端口

7.1 I/O 口功能

通用 IO 口支持三状态：输入、输出及高阻态；
 推挽输出时，有强弱两种驱动电流（10mA/5mA）；
 每个 IO 内部都有弱上拉或者弱下拉（100K）；
 如下表所示：
 IO1~IO2, IO4~IO7 口均可用做通用 IO 口；
 IO1 可复用为 ADC 及 20uA 恒流源，ADC 及恒流源可同时开启；
 IO2 可复用为 ADC 及 20uA/100uA 恒流源，ADC 及恒流源可同时开启；
 KEY 可复用为通用 IO 口。

序号	通用功能	复用功能			烧录
IO7	GPIO7	SIRQ1	PWM2	-	-
IO6	GPIO6	SIRQ0	PWM1	-	-
IO5	GPIO5	SIRQ1	PWM2	-	-
IO4	GPIO4	SIRQ0	PWM1	-	-
IO2	GPIO2	ADC1	-	-	-
IO1	GPIO1	ADC0	-	-	ICP_CLK
KEY	KEY	GPIO8	SIRQ0	PWM1	ICP_DAT

表 1 IP5901 IO 口功能表

7.2 I/O 端口配置寄存器

7.2.1 I/O 端口通用配置寄存器

PAD_DRV(0xC5)

Offset = 0xC5 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	DRV_EH	对应 GPIO7~GPIO0 的驱动能力: 0: 弱 1: 强	R/W	0x00

GPIO_PD(0xC6)

Offset = 0xC6 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	GPIO_PD_EN	对应 GPIO7~GPIO0 的下拉使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0x00

GPIO_PU(0xC7)

Offset = 0xC7 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	GPIO_PU	对应 GPIO7~GPIO0 的上拉使能 1: Enable 0: Disable	R/W	0x00

GPIO_OE(0xC8)

Offset = 0xC8 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	GPIO_OE	对应 GPIO7~GPIO0 的输出使能	R/W	0x00

GPIO_IE(0xC9)

Offset = 0xC9 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7: 0	GPIO_IE	对应 GPIO7~GPIO0 的输入使能	R/W	0x00

7.2.2 I/O 端口数据寄存器

GPIO_DAT(0xCA)

Offset = 0xCA default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	GPIO_DATA	对应 GPIO7~GPIO0 的输入或输出数据	R/W	0x00

7.2.3 I/O 端口复用配置寄存器

MFP_CTL0(0xCB)

Offset = 0xCB default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7: 6	GPIO5	00: GPIO5 01: -- 10: SIRQ1 11: PWM2	R/W	00
5: 4	GPIO4	00: GPIO4 01: -- 10: SIRQ0 11: PWM1	R/W	00
3	-	Reserved	R/W	-
2	GPIO2	0: GPIO2 1: ADC1	R/W	0
1	GPIO1	0: GPIO1 1: ADC0	R/W	0
0	-	Reserved	R/W	-

MFP_CTL1(0xBD)

Offset = 0xBD default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	GPIO7	00: GPIO7 01: -- 10: SIRQ1 11: PWM2	R/W	00
5:4	GPIO6	00: GPIO6 01: -- 10: SIRQ0 11: PWM1	R/W	00
3:2	-	Reserved	R/W	-
1:0	KEY	00: KEY 01: GPIO8 10: SIRQ0 11: PWM1	R/W	0

IO89_CTL(0xC1)

Offset = 0xC1 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:4	-	Reserved	R/W	-
3	IO8_DAT	GPIO8 Data	R/W	0
2	-	Reserved	R/W	-

1	IO8_OE	GPIO8 output Enable 0: disable 1: enable	R/W	0
0	IO8_IE	GPIO8 input Enable 0: disable 1: enable	R/W	0

8. 硬件按键 Key

8.1 Key 模块介绍

IP5901 支持专门的按键检测引脚 Key，按键是否按下通过只读寄存器可以查询。硬件读到只读寄存器变化也会触发相应的状态中断标志位，按键动作包括：

- 1、短按：60mS~1S 以内的低电平；
- 2、双击：在 1S 内出现 2 次短按；
- 3、长按：持续出现低电平超过 2S；
- 4、超长按：持续出现低电平超过 15S；
- 5、按下去：电平由高转低，并持续 60mS；
- 6、抬起来：电平由低转高，并持续 60mS；
- 7、上升沿+下降沿：debounce 2mS；

六种按键动作均有相应中断功能，中断以及中断标志请查看中断相关寄存器。

硬件 Key 功能可配置关闭,复用为普通 GPIO8。

8.2 key 状态相关寄存器

DEBUG4(0x8C)

Offset = 0x8C, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-
5	Key_onoff	按键状态指示: 1: 按下 0: 未按下	R	0
4:0	-	Reserved	R	-

9. 定时器

9.1 看门狗定时器

芯片内建一个看门狗定时器，它可以在发生软件故障时，将芯片复位。使能看门狗时，若用户程序异

常、清除看门狗定时器失败，则在预定的时间到达后，看门狗会发出中断信号或者直接使系统复位。

IP5901集成了WDT定时器，特性如下：

- 1、 定时器时钟源为内部 32KHz RC 时钟
- 2、 8 档 WDT 定时计数器
- 3、 中断功能
- 4、 复位功能
- 5、 唤醒功能

WDCTL(0xC4)

Offset = 0xC4, Default=0xF4

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	WD_EN	Watchdog 使能: 0: Disable 1: Enable	R/W	1
6:4	WD_CLK	Watchdog 时间选择(RC_LOSC source, 32K): CLK Watch Dog Length 000 2hours 001 4min 010 256 ms 011 512 ms 100 1 s 101 2 s 110 4 s 111 8 s 注意: 修改 Watchdog 的时间的时候, 需要先 Disable WD_EN 再改时间再 Enable WD_EN	R/W	111
3: 2	WD_MODE	Watchdog Signal (IRQ or Reset)选择 11: Reserved 10: 无 reset 功能, 只发出唤醒系统信号 01: reset 后进 standby, 是否再唤醒系统根据 WK_CTL0 的 bit0 来决定 00: IRQ	R/W	01
1:0	-	Reserved	R	-

WD_CLEAR(0x80)

Offset = 0x80, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:1	-	Reserved	R/W	-
0	CLEAR	每次写 1 动作会清 watchdog 计数器。 读取的值为正常写入的值。	R/W	0

9.2 Timer0/Timer1/Timer2 定时器/计数器

芯片支持两个定时器 Timer0、Timer1 和 Timer2，均为 16bits 位宽，三个定时器完全一样，均支持三种计数模式：

- 1、Normal Mode: 定时器从 0 开始累加计数，Timer 计时到 Timer_Val 后自动停止。
- 2、Circle Mode: 定时器从 0 开始累加计数，计数值加到目标值后，发出中断标志，且计数器持续累加，直到累加到最大值 0xFFFF 溢出后又从 0 开始累加，加到目标值后又发出中断标志，如此不断循环。
- 3、Reload Mode: 定时器从 0 开始累加计数，计数值加到目标值后，发出中断标志，然后计数值清零，从零开始重新计数。

9.2.1 Timer0 定时器/计数器相关寄存器

T0_CTL(0xBC)

Addr=0xBC default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-
5:4	Timer0_clk_div	Timer0 clock source divider: 00: hclk/1 01: hclk/2 10: hclk/4 11: hclk/16	R/W	0x0
3:2	Mode	Timer 0 Mode 00: Disable 01: Circle mode 10: Normal mode 11: Reload mode	R/W	00
1:0	-	Reserved	R/W	-

T0_PL(0xBE)

Timer0 Period Low Register

Addr=0xBE default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T0PL	Timer0 Period Low, when the Timer count reach (T0PH<<8 + T0PL), the Timer pending=1 .	R/W	0x0

T0_PH(0xBF)

TIMER0 Period High Register

Addr=0xBF default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T0PH	Timer0 Period High	R/W	0x0

9.2.2 Timer1 定时器/计数器相关寄存器

T1_CTL(0xC0)

Timer1 Control Register

Addr=0xC0 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-
5:4	Timer1_clk_div	Timer1 clock source divider: 00: hclk/1 01: hclk/2 10: hclk/4 11: hclk/16	R/W	00
3:2	Mode	Timer1 Mode 00: Disable 01: Circle mode 10: Normal mode 11: Reload mode	R/W	00
1	-	Reserved	R/W	-
0	POLARITY	PWM1 polarity control: 0: The Timer1 Value >=T1_PWM, out 1 The Timer1 Value < T1_PWM, out 0 1: The Timer1 Value >=T1_PWM, out 0 The Timer1 Value < T1_PWM, out 1	R/W	0

T1_PL(0xC2)

Timer1 Period Low Register

Addr=0xC2 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T1P	Timer1 Period, when the Timer count reach T1P, the Timer pending=1 .	R/W	0x0

T1_PH(0xC3)

Timer1 Period High Register

Addr=0xC3 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T1P	Timer1 Period, when the Timer count reach T1P, the Timer pending=1 .	R/W	0x0

9.2.3 Timer2 定时器/计数器相关寄存器

T2_CTL(0xCD)

Timer2 Control Register

Addr=0xC0 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-

5:4	Timer2_clk_div	Timer2 clock source divider: 00: hclk/1 01: hclk/2 10: hclk/4 11: hclk/16	R/W	00
3:2	Mode	Timer2 Mode 00: Disable 01: Circle mode 10: Normal mode 11: Reload mode	R/W	00
1	-	Reserved	R/W	-
0	POLARITY	PWM2 polarity control: 0: The Timer2 Value $\geq$ T2_PWM, out 1 The Timer2 Value $<$ T2_PWM, out 0 1: The Timer2 Value $\geq$ T2_PWM, out 0 The Timer2 Value $<$ T2_PWM, out 1	R/W	0

T2_PL(0xCE)

Timer2 Period Low Register

Addr=0xCE default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T2PL	Timer2 Period, when the Timer count reach T2P, the Timer pending=1.	R/W	0x0

T2_PH(0xCF)

Timer2 Period High Register

Addr=0xCF default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T2PH	Timer2 Period, when the Timer count reach T2P, the Timer pending=1.	R/W	0x0

9.3 PWM

芯片内建两个 PWM 可复用到多个 IO 上输出，支持 16bit 占空比分级。

- 1、PWM0 与 Timer1 复用。
- 2、PWM1 与 Timer2 复用。

9.3.1 PWM0 相关寄存器

T1_PWML(0xD4)

Timer1 PWM Low Register

Addr=0xD4 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
--------	------	-------------	-----	-------

7:0	T1PWML	Timer1PWM Low for PWM inversion, $(T1PWMH \ll 8 + T1PWML) / (T1PH \ll 8 + T1PL)$ is PWM's duty cycle	R/W	0x0
-----	--------	--	-----	-----

T1_PWMH(0xD5)

Timer1 PWM High Register

Addr=0xD5 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T1PWMH	Timer1PWM High for PWM inversion, $(T1PWMH \ll 8 + T1PWML) / (T1PH \ll 8 + T1PL)$ is PWM's duty cycle	R/W	0x0

9.3.2 PWM1 相关寄存器

T2_PWML(0xD6)

Timer2 PWM Low Register

Addr=0xD6 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T2PWML	Timer2PWM Low for PWM inversion, $(T2PWMH \ll 8 + T2PWML) / (T2PH \ll 8 + T2PL)$ is PWM's duty cycle	R/W	0x0

T2_PWMH(0xD7)

Timer2 PWM High Register

Addr=0xD7 default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	T2PWMH	Timer2PWM High for PWM inversion, $(T2PWMH \ll 8 + T2PWML) / (T2PH \ll 8 + T2PL)$ is PWM's duty cycle	R/W	0x0

10.模数转换（ADC）

10.1 ADC 模块介绍

IP5901 集成一个 10-bit SAR ADC，用来检测 7 通道输入信号，每次更新完所有使能过的通道后，各通道的测量 ADC 原始值会保存在各自的数字寄存器中，数据类型为 10bits 无符号数。用户可读出目标通道的 ADC 值，然后通过计算公式得出测量结果。

ADC 为 1M 的工作时钟，7 通道分别为 Vin 电压、Vin 电流、Vbat 电压、ADC0、ADC1、VNMOS1 和 VNMOS2。

其中 ADC0 是 IO1 的复用功能，同时 IC 可从 IO0 放出 20uA 恒流源，可以在 ADC pin 外挂电阻再通过 ADC 测量此时电阻在 20uA 下的压降从而实现 PIN 选功能，比如 IP5901 可以通过在 ADC pin 上接不同的电阻，来选择电池的恒流充电电流。

其中 ADC1 是 IO2 的复用功能，IC 可从 IO1 放出 20uA/100uA 恒流源，可以在 ADC pin 外挂电阻再通过 ADC 测量此时电阻在 20uA/100uA 下的压降，从而实现检测外部电阻阻值功能，比如 IP5901 可以通过在 ADC pin 上接 NTC 电阻，检测 NTC 电阻阻值，对比 NTC 电阻的 R-T 表得到当前 NTC 的温度。

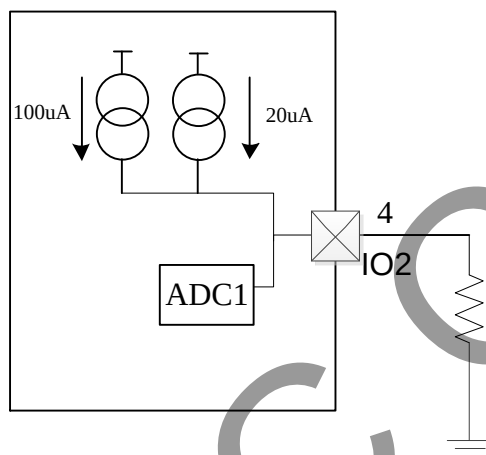


图 3 恒流充电电流设置电路

ADC 内建前置放大器。整个 ADC 输入时钟为 1Mhz，DOUT[9:0]数据时钟为 71.4KHz（每 14 个时钟周期出一组 ADC 数据），每刷新一次所有通道数据所用时间，取决于使能的通道数和取平均的次数。比如 7 通全开时每隔 $14 \times 7 = 98\mu\text{s}$ 出一个 ADC 数据，如果取 128 次平均，则 12.5mS 更新一次所有 ADC 通道数据，因此软件需要根据实际情况，决定要开启的通道数和平均次数。

10.2 ADC 相关寄存器汇总

10.2.1 ADC 配置寄存器

ADC_ANA_CTL2(0xE9)

Offset = 0xE9, Default=0x0B

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	-	Reserved	R	-
6	EN_GP1_20UA	放 20uA 到 IO2 0: Disable 1: Enable	R	0
5	EN_GP0_20UA	放 20uA 到 IO1 0: Disable 1: Enable	R	0
4:0	-	Reserved	R	-

CHG_ANA_CTL3(0xED)

Offset = 0xED, Default=0x14

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-
5	IO2_100uA_EN	放 100uA 到 IO2 0: Disable 1: Enable	R	0
4:0	-	Reserved	R	-

ADC_CTL0(0xAA)

Addr = 0xAA Default=0x07

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	VNMOS2_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	0
6	VNMOS1_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	0
5	-	Reserved	R/W	-
4	VGP1_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	0
3	VGP0_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	0
2	ICHA_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	1
1	VBAT_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	1
0	VIN_EN	1: 该路 ADC Enable 0: 该路 ADC Disable	R/W	1

ADC_CTL1(0xAB)

Addr = 0xAB Default=0x03

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:4	-	Reserved	R	-
3	CK_EDGE_SEL	1: 下降沿采样 0: 上升沿采样	R/W	0
2:0	Average	111: 2048 次平均 110: 1024 次平均 101: 512 次平均 100: 256 次平均 (28.6ms 出一组 8 通道的 adc 数据) 011: 128 次平均 (14.3ms 出一组 8 通道的 adc 数据) 010: 64 次平均 001: 32 次平均 000: 4 次平均	R/W	011

10.2.2 ADC_VIN 数据寄存器

VIN_DAT0(0xAC)

Addr = 0xAC

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB=12.89mV $VIN=1.2V+(ADC[9:0]+0.5)*12.89mV$ 对应量程约 1.2V ~14.4V	R	0

Adc 寄存器需要每次 read 都读两个寄存器，先 read 高 8bits，再 read 低 2bits。
在这两次寄存器 read 过程中，adc 数字不更新。

VIN_DAT1(0xAD)

Addr = 0xAD

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

10.2.3 ADC_VBAT 数据寄存器

VBAT_DAT0(0xAE)

Addr = 0xAE

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB=4.296875mV $VBAT=0.4V+(0.5+ADC[9:0])*LSB$	R	0

Adc 寄存器需要每次 read 都读两个寄存器，先 read 高 8bits，再 read 低 2bits。
在这两次寄存器 read 过程中，adc 数字不更新。

VBAT_DAT1(0xAF)

Addr = 0xAF

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

10.2.4 ADC_ICHG 数据寄存器

ICHG_DAT0(0xB0)

Addr = 0xB0

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB=2.145 mA $ICHG=(0.5+ADC[9:0])*LSB-700(mA)$	R	0

说明：ICHG ADC 的偏差比较大，上面表格中的计算公式只是理论值。需要获取充电电流值时需要调用库函数 GetICHG()，该函数会将校准过后的 ICHG 的值存放在全局变量 icharger 中。

ICHG_DAT1(0xB1)

Addr = 0xB1

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

10.2.5 ADC_VGP0 (IO1) 数据寄存器

VGP0_DAT0(0xB2)

Addr = 0xB2

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB=4.296875mV VGP0= (0.5+ADC[9:0]) *LSB-700mV	R	0

GP0 对应 IO1

VGP0_DAT1(0xB3)

Addr = 0xB3

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

GP0 对应 IO1

10.2.6 ADC_VGP1 (IO2) 数据寄存器

VGP1_DAT0(0xB4)

Addr = 0xB4

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB=4.296875mV VGP1= (0.5+ADC[9:0]) *LSB-700mV	R	0

GP1 对于 IO2

VGP1_DAT1(0xB5)

Addr = 0xB5

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

GP1 对应 IO2

10.2.7 ADC_VNMOS1 数据寄存器

VNMOS1_DAT0(0xB8)

Addr = 0xB8

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB==0.47743mV VN1= (0.5+ADC[9:0]) *LSB-244.44mV	R	0

VNMOS1_DAT1(0xB9)

Addr = 0xB9

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

10.2.8 ADC_VNMOS2 数据寄存器

VNMOS2_DAT0(0xBA)

Addr = 0xBA

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:0	High 8bits	LSB==0.47743mV VN2= (0.5+ADC[9:0]) *LSB-244.44mV	R	0

VNMOS2_DAT1(0xBB)

Addr = 0xBB

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:2	-	Reserved	R	-
1:0	Low 2bits		R	0

11.Charger 模块

11.1 模块介绍

IP5901 集成一个线性充电 Charger 模块，最大充电电流 500mA, 充电电流大小 12.5mA/step 可调。VIN 引脚瞬态耐压最高 15V，当输入电压超过过压阈值将启动过压保护，自动关闭 Charger 充电。而 charger 工作时有 DPM 功能，当 VIN 下跌到欠压环阈值时会自动减小充电电流，防止抽挂充电器，同样当 VIN 电压低于欠压阈值时，CPU 也会自动关闭充电。

当 BAT 未接电池，直接插入 VIN，Charger 电路会进入预充电状态，BAT 端电压会上升至 CV 电平（电池充满电压），以保障此时不会触发 Batlow。

当 BAT 电池电压小于 3V 时，IP5901 采用 0.1CC 涓流充电；

当电池电压大于 3V，进入恒流 CC 充电；

当电池电压接近 CV 电压，进入恒压充电；

在进入恒压充电后，ADC 检测充电电流小于 0.1CC 则可停充；

当停充后，ADC 检测到电池电压小于 4.1V 时可软件再次开启充电循环。

11.2Charger 相关寄存器

CHG_CTL0(0x9C)

Offset = 0x9C, Default=0x00

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 2	Chg_iset	$I_{cc} = (1 + iset) * 12.5mA$ 充电电流值配置 000000: 12.5mA 000001: 25mA ... 010111: 300mA 011111: 400mA 100111: 500mA	R/W	0
1:0	CHG_EN	00: 不使能充电 01: Reserved 10: Reserved 11: 使能充电	R/W	00

DEBUG0(0x88)

Offset = 0x88, Default=0x00

bit	Name	Description	R/W	复位值
7:6	-	Reserved	R/W	-
5	VINOV	VINOV 信号	R/W	0
4	SCDT	Boost 短路信号	R/W	0
3:0	-	Reserved	R/W	-

PMU_CTL2(0xF1)

Offset = 0xF1, Default=0x59

bit	Name	Description	R/W	复位值
7	-	Reserved	R/W	-
6	VINOK_SET	VINOK 阈值设置 1: 4.3V 0: 4.0V	R/W	1
5	VINOV_EN	VIN 过压自保护使能（注意关闭后需考虑线充压差） 0: Disable 1: Enable	R/W	0
4	-	Reserved	R/W	-
3: 2	VINOV_SET	VIN 过压中断档位选择 11: 12V 10: 10V 01: 8V 00: 6V	R/W	10
1: 0	VINUV_SET	VIN 欠压中断档位选择 11: 4.75V 10: 4.6V 01: 4.25V 00: 4.0V	R/W	01

CHG_ANA_CTL0(0xEA)

Offset = 0xEA, Default=0xBF

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 3	R_VCHG_SET	恒压设置：（注：设置时需注意确保在 IP5901 的 MCU 及 BOOST, VBAT 工作电压范围内） 00000~10010: Resered 10011: 4.00 10100: 4.05 10101: 4.10 10110: 4.15 10111: 4.20 11000: 4.25 11001: 4.30 11010: 4.35 11011: 4.40 11100: 4.45 11101~11111: Reserved	R/W	10111
2: 0	-	Reserved	R/W	-

CHG_ANA_CTL1(0xEB)

Offset = 0xEB, Default=0xD9

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 3	R_VIL	VIN 端欠压环路电压选择(DPM): 11: 4.5 10: 4.4 01: 4.3 00: 4.2	R/W	11
5: 0	-	Reserved	R/W	-

12.Boost 模块

12.1 Boost 模块介绍

IP5901 集成一个输出 5V、最大负载能力 800mA 的同步 DC-DC 转换器，开关频率 1.5MHz，3.7V 输入，5V/150mA 时最高效率为 93%。Boost 具有软件启动功能，软件启动时间约 12mS，防止在启动时的冲击电流过大引起故障，集成输出过流，短路，过温等保护功能，确保系统稳定可靠的工作。

以下是 Boost 的效率曲线和 V-I 曲线。

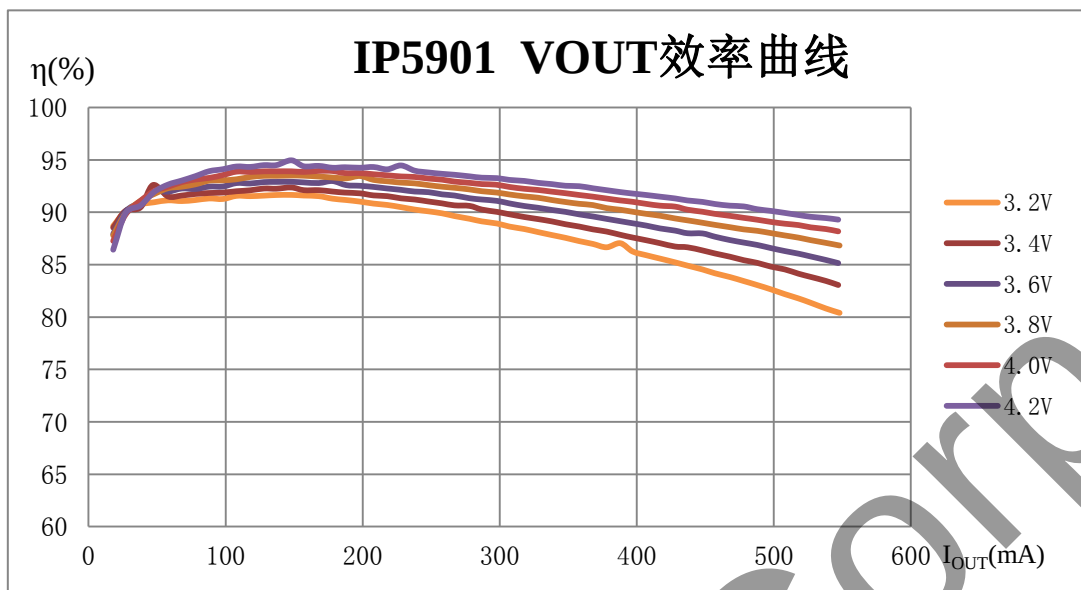


图4 IP5901 升压效率图

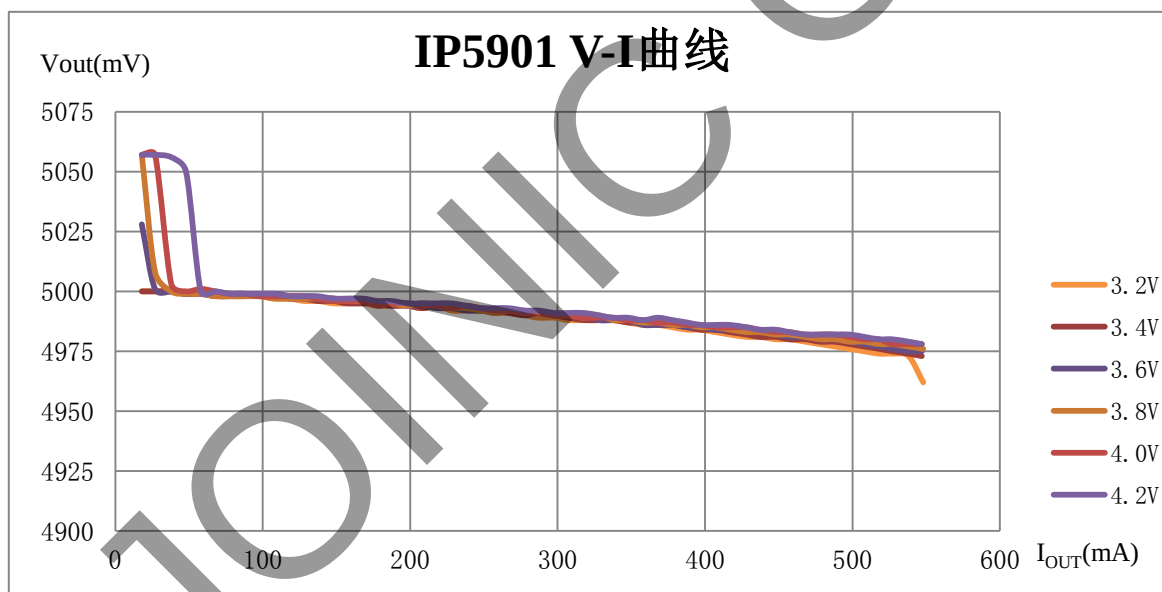


图5 IP5901 V-I 曲线图

Boost 输出 5V 模式电压可调范围 4.6V~5.2V。当 IP5901 进入休眠状态时，Boost 可在 VOUT 引脚输出 2.5V 检测电压，输出检测电压时可以检测到负载插入。

12.2 Boost 轻载检测

Boost 支持输出轻载检测，在 VOUT 的负载电流小于轻载阈值时，硬件轻载标志置起，软件读取后做处理，如轻载进待机。

12.2.1 Boost 轻载相关寄存器

DEBUG5(0x8D)

Offset = 0x8D, Default=0x00

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7:6	-	Reserved	R	-
5	PLOUT	Boost 轻载标志 由 VOUT_PLUG 配置使能及 debounce 时间	R	0
4	voutplug	唤醒源 VOUT 插入	R	0
3	-	Reserved	R	-
2	SIRQ1	唤醒源 SIRQ1	R	0
1	SIRQ0	唤醒源 SIRQ0	R	0
0	wk_flag[8]	唤醒源 vinwk	R	0

Boost_CTL8(0xE2)

Offset = 0xE2 Default = 0x07

bit	Name	Description	R/W	复位值
7:6	-	Reserved	R/W	-
5:4	R_IPO<1:0>	轻载检测阈值调整: 11: 100mA 10: 75mA 01: 50mA 00: 25mA	R/W	00
3:0	-	Reserved	R/W	-

12.3 VOUT 插入检测

IP5901 内建 VOUT 负载插入检测电路, 输出一个 2.5V 的检测电压, 可以在待机、开机情况下工作; 当负载抽电流大于上拉电流 SIPOSET 时即可触发信号, 唤醒系统软件打开 Boost 升压给负载供电。

12.3.1 VOUT 插入相关寄存器

VOUT_PLUG(0x97)

Offset = 0x97, Default = 0x10

Bit(s)	Name	Description	R/W	Reset
7	-	Reserved	R/W	-
6:4	Plout_deb_set	轻载信号 Plout debounce 总时长 1s, 滤波比例: 000:9/16 001:10/16 ... 111:16/16	R/W	001
3	En-deb_plout	轻载信号 Plout debounce 使能: 0: disable 1: enable	R/W	0
2	-	Reserved	R/W	-
1	ENVOUTPD	VOUT 下拉 10k 使能:	R/W	0

		0: disable 1: enable		
0	ENVOUTPODT	VOUT 插拔检测使能: 0: disable 1: enable	R/W	0

PMU_CTL9(0xDD)

Offset = 0xDD Default = 0x14

bit	Name	Description	R/W	复位值
7	ENSC12	BOOST 的 VOUT 1.2V 短路使能 1: enable 0: disable	R/W	0
6: 4	SIPOSET	VOUT 插拔检测的上拉电流 111: 48uA 110: 40uA 101: 32uA 100: 24uA 011: 16uA 010: 12uA 001: 8uA 000: 4uA *单 A 口使用, 建议选择 8~16uA, 电流越小越灵敏, 也越小容易误检测。	R/W	001
3: 0	-	Reserved	R/W	-

12.4 Boost 相关寄存器

Boost_CTL7(0xFF)

Offset = 0xFF Default = 0x5D

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 3	-	Reserved	R/W	-
2: 0	RVSET	调节输出电压: 000: 4.2 001: 4.6 010: 4.7 011: 4.8 100: 4.9 101: 5.0 110: 5.1 111: 5.2	R/W	101

STOP_EN(0xA7)

Offset = 0xA7 Default = 0x00

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 6	-	Reserved	R/W	-
5		Boost 发生 scdt 或 lowpot 时是否打嗝后才发出中断或唤醒信号: 0: 不打嗝就发出信号 1: 需要打嗝完才发出信号	R/W	
4	Boost_Scdt_EN	Boost 短路 Scdt 打嗝控制: 1: scdt 发生时, 数字控制 boost 打嗝, 且根据 bit5 来判断何时发出中断/唤醒信号 0: scdt 发生时只发中断信号	R/W	0
3	Boost_Lowpot_EN	Boost 低压 Lowpot 打嗝控制: 1: Lowpot 发生时, 数字控制 boost 打嗝, 且根据 bit5 来判断何时发出中断/唤醒信号 0: Lowpot 发生时只发中断信号	R/W	0
2	Boost_OPT_EN	过温关 boost 使能: 1: Enable 0: Disable	R/W	0
1	Boost_En	1: Enable 0: Disable	R/W	0
0	Stop_Enable	写 1 进 stop 态	W	0

注: bit3/4 是用来做数字是否控制 boost 打嗝

bit5 是用来控制发出信号是否要等打嗝完成才发出信号

13.NMOS 模块

13.1 NMOS 模块介绍

IP5901 内置 2 个大功率 NMOS, 这 2 个 pin (NMOS1 和 NMOS2) 只能做开漏输出, 无法做输入, 其电路结构如下图:

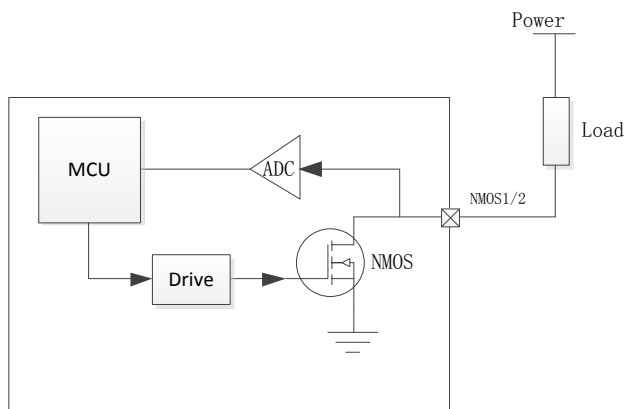


图 6 IP5901 NMOS 模块原理图

- 1、驱动外部大功率负载时，负载接到 Power 与 NMOS 之间，其中 Power 电压最高可到 10V。内置 NMOS 管额定电流为 300mA，峰值电流为 500mA。
- 2、内置 NMOS 阻抗可调，最小为 0.4 欧姆，最大为 12.8 欧姆。NMOS 的 ADC 最大量程 244.4mV。
- 3、支持复用 PWM 控制 NMOS 的驱动开关，实现功率控制。

13.2 NOMS 模块相关寄存器

VPH_PWM(0xDC)

Offset = 0xDC Default = 0x00

bit	Name	Description	R/W	复位值
7:4	-	Reserved	R/W	-
3:2	VPH2_CTL	NMOS2 gate 控制选择: 00: reserved 01: 0 10: 1 11: PWM2 *只在 workon 下有效	R/W	00
1:0	VPH1_Output	NMOS1 gate 控制选择: 00: reserved 01: 0 10: 1 11: PWM1 *只在 workon 下有效	R/W	00

PMU_CTL7(0xF6)

Offset = 0xF6 Default = 0x7F

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 5	-	Reserved	R/W	-

4: 0	NMOS1_MOS_D_SEL	NMOS 数字检测的方式(理论阻抗) 00000: 12.8 ohm 00001: 6.4 ohm 00010: 4.27 ohm 00011: 3.2 ohm 00100: 2.56 ohm 00101: 2.13 ohm 00110: 1.83 ohm 00111: 1.6 ohm 01000: 1.42 ohm 01111: 0.8 ohm 10111: 0.53 ohm 11111: 0.4 ohm	R/W	01111
------	-----------------	---	-----	-------

PMU_CTL8(0xF7)

Offset = 0xF7 Default = 0x1F

bit	Name	Description	R/W	复位值
7: 5	-	Reserved	R/W	-
4: 0	NMOS2_MOS_D_SEL	NMOS 数字检测的方式 (理论阻抗) 00000: 12.8 ohm 00001: 6.4 ohm 00010: 4.27 ohm 00011: 3.2 ohm 00100: 2.56 ohm 00101: 2.13 ohm 00110: 1.83 ohm 00111: 1.6 ohm 01000: 1.42 ohm 01111: 0.8 ohm 10111: 0.53 ohm 11111: 0.4 ohm	R/W	01111

14.典型应用原理图

IP5901 只需要电感、电容、电阻，即可实现完整功能的充电方案。

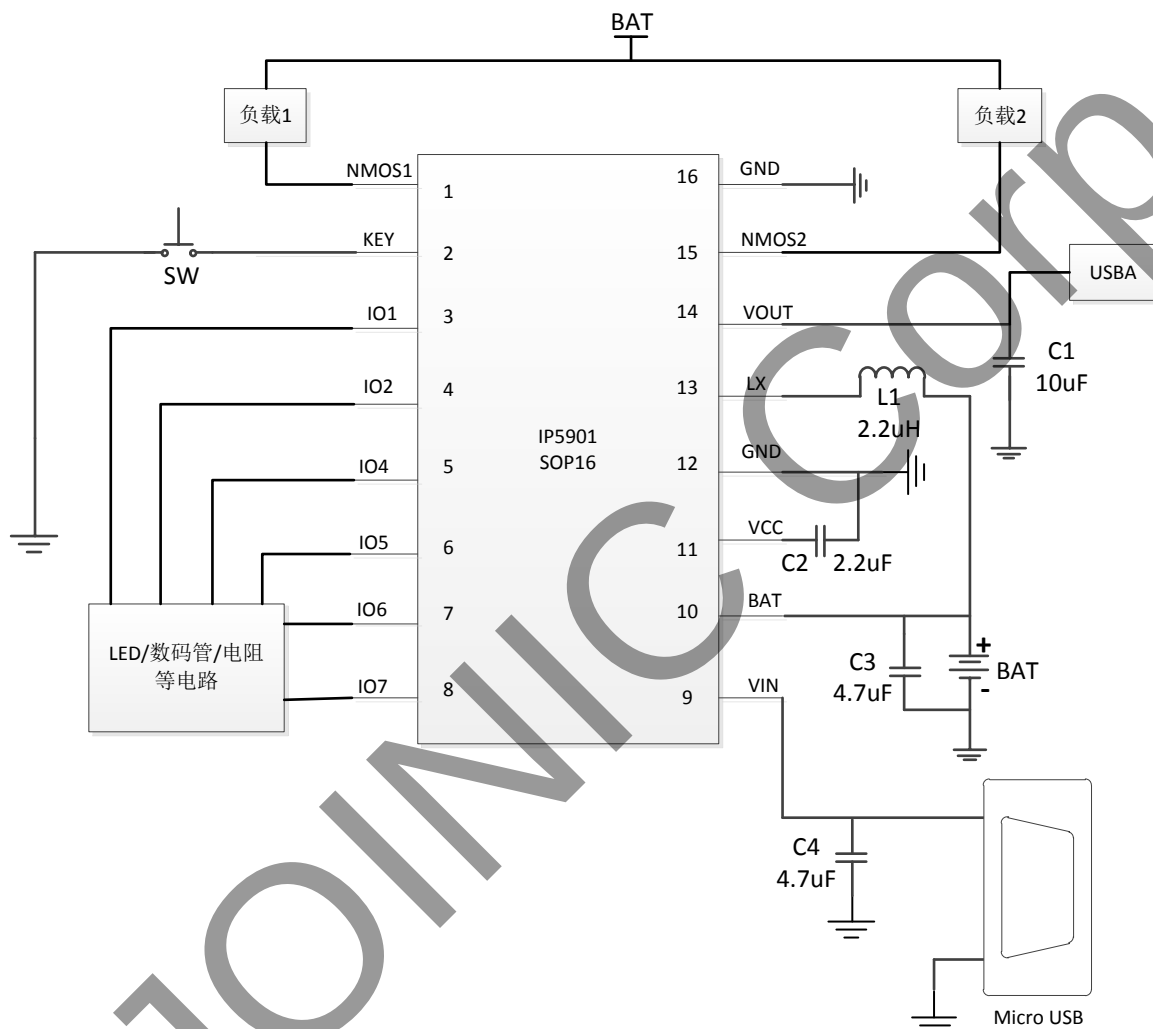
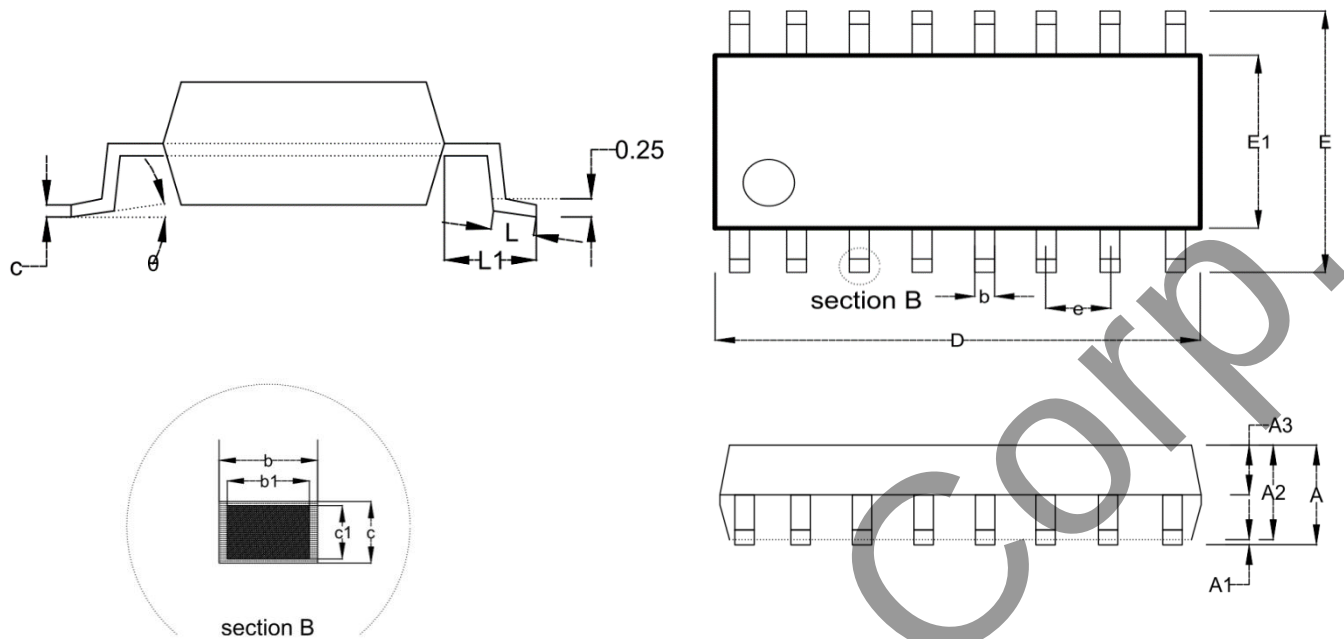


图 7 IP5901 原理图

14.封装信息



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	1.75
A1	0.05	--	0.225
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	--	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	--	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	9.70	9.90	10.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
h	0.25	--	0.50
L	0.50	--	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	--	8°

15.IC 丝印说明



说明：

- | | | |
|----|--|--------------|
| 1、 |  | --英集芯标志 |
| 2、 | IP5901 | --产品型号 |
| 3、 | XXXXXXXX | --生产批号 |
| 4、 |  | --PIN1脚的位置标识 |

图 8 IP5901 IC 丝印说明

16. 责任及版权声明

英集芯科技有限公司有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的销售条款与条件。

英集芯科技有限公司对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用英集芯的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全验证。

客户认可并同意，尽管任何应用相关信息或支持仍可能由英集芯提供，但他们将独力负责满足与其产品及在其应用中使用英集芯产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意，他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识，可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类关键应用中使用任何英集芯产品而对英集芯及其代理造成的任何损失。

对于英集芯的产品手册或数据表，仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。英集芯对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

英集芯会不定期更新本文档内容，产品实际参数可能因型号或者其他事项不同有所差异，本文档不作为任何明示或暗示的担保或授权。

在转售英集芯产品时，如果对该产品参数的陈述与英集芯标明的参数相比存在差异或虚假成分，则会失去相关英集芯产品的所有明示或暗示授权，且这是不正当的、欺诈性商业行为。英集芯对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。