

IP5901 数据手册

INJOINIC Corp.

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	9
3.3 数据存储空间	9
3.4 特殊功能寄存器	9
3.5 烧录口 ICP	9
4. 系统控制模块	9
4.1 正常工作状态与低功耗	9
4.2 唤醒源	10
5. 中断	10
6. 系统时钟	10
6.1 高频时钟	10
6.2 低频时钟	11
7.I/O 端口	11
7.1 I/O 口功能	11
8.硬件按键 Key	11
8.1 Key 模块介绍	11
9.定时器	12
9.1 看门狗定时器	12
9.2 Timer0/Timer1/Timer2 定时器/计数器	12
9.3 PWM	12
10.模数转换（ADC）	13
10.1 ADC 模块介绍	13
11.Charger 模块	13
11.1 模块介绍	13
12.Boost 模块	14
12.1 Boost 模块介绍	14
12.2 Boost 轻载检测	15
12.2 VOUT 插入检测	15
13.NMOS 模块	15
13.1 NMOS 模块介绍	15

14.典型应用原理图	17
14.封装信息	18
15.IC 丝印说明	19
16.责任及版权声明	20

1. 产品简述

1.1 产品特性

- **MCU**
 - ◇ 兼容 8051 指令集内核
 - ◇ 2K 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 2K 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。

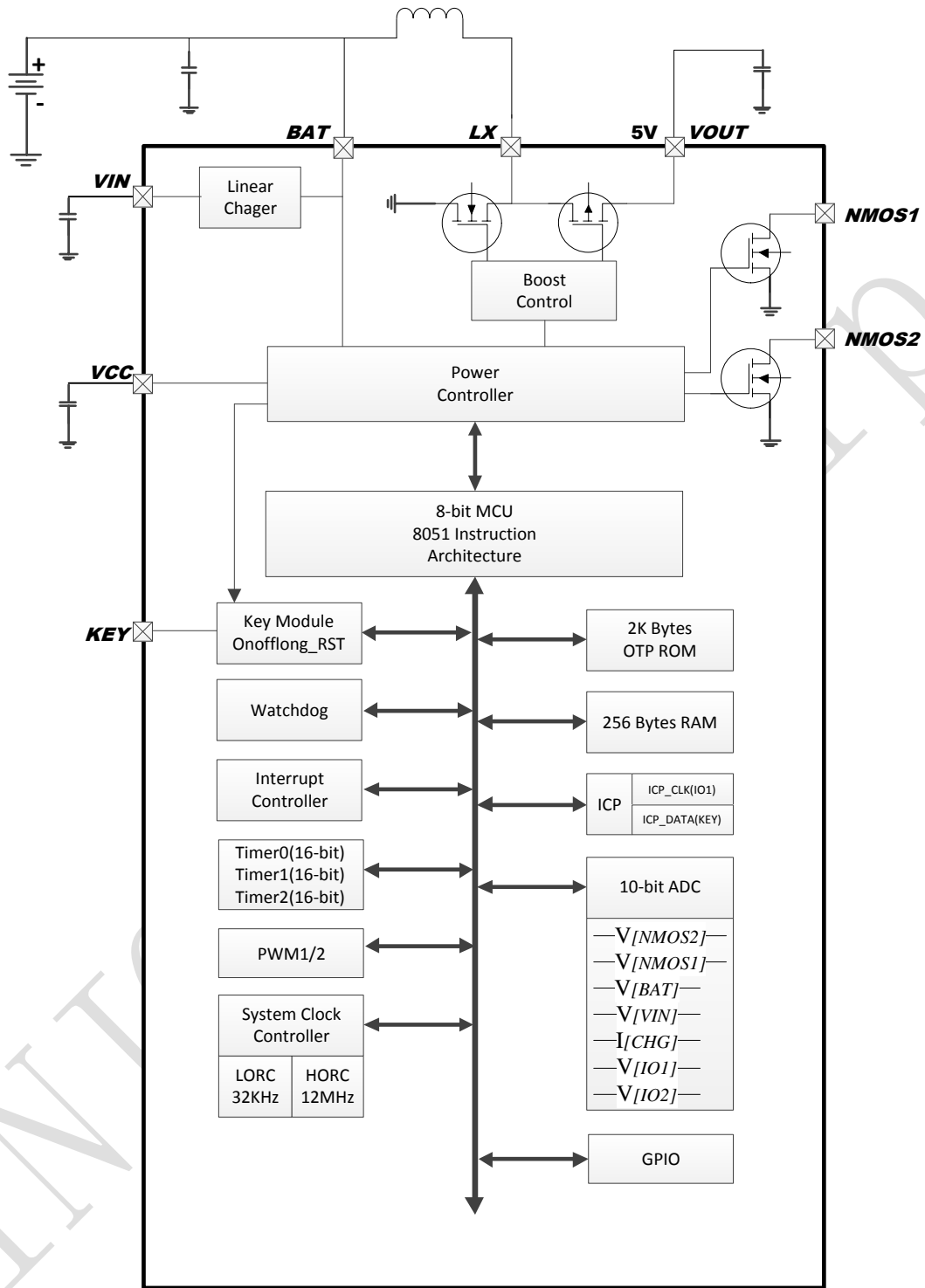


图 1 IP5901 内部系统框图

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	V _{INOV}		5.8	6	6.2	V
VIN 唤醒电压	V _{INOK}		3.0	3.2	3.4	V
充电关闭电压	V _{INUV}		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_{DSON}			185		mΩ
NMOS 导通电阻					200	
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	°C
热关断迟滞	ΔT_{OTP}		30	40	50	°C

*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。

3.2 程序存储空间

- IP5901 内置 2K 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)。

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来查询唤醒方式。

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；

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。

WDT（看门狗）电路的时钟源为低频 LOSC 振荡器。

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

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；

除超长按 15S 外，其它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。此外还支持短按 50ms 复位功能。

硬件 Key 功能可配置关闭。

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

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。

9.3 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。

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、VN MOS1 和 VN MOS2。

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。

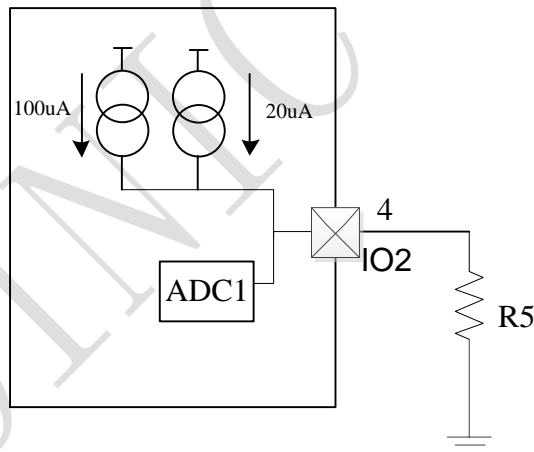


图 3 恒流充电电流设置电路

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。

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 VIN 引脚欠压阈值则分为 4.2V/4.3V/4.4V/4.5V 四挡可调，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。

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。

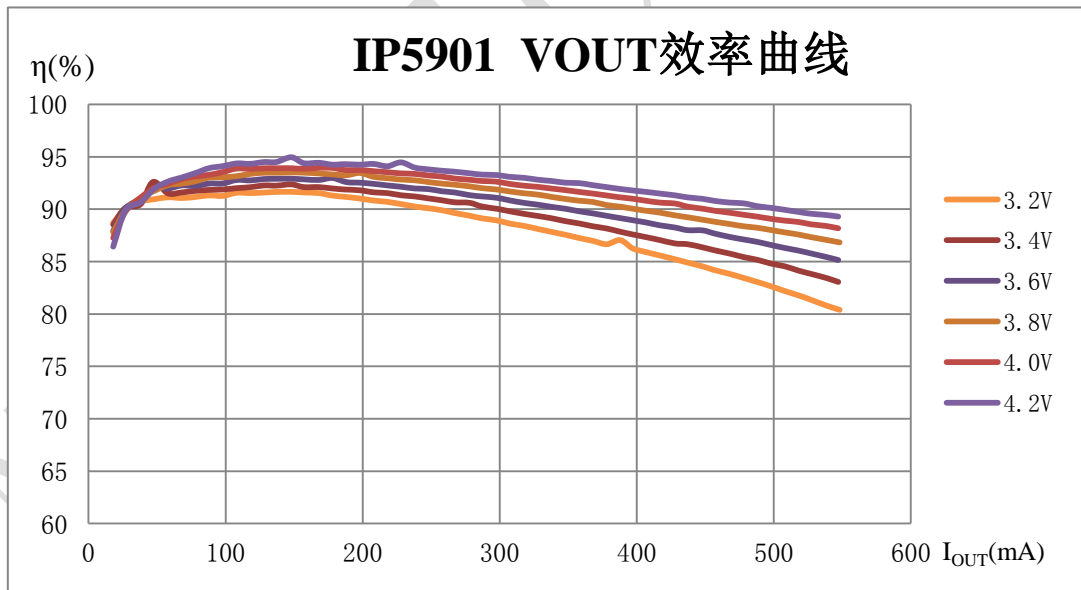


图 4 IP5901 升压效率图

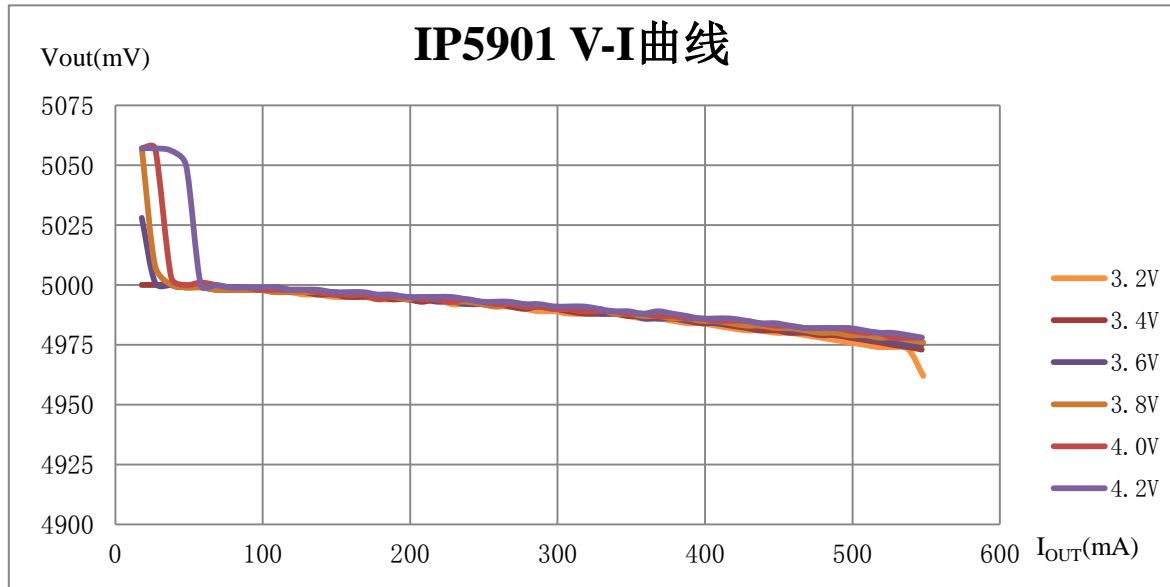


图 5 IP5901 V-I 曲线图

Boost 输出 5V 模式电压可调范围 4.6V~5.2V，非 5V 模式则可以输出 2.5V/VBAT 等电压。当 IP5901 进入休眠状态时，Boost 可在 VOUT 引脚输出待机电压，待机电压可以是 2.5V 或者 5V（休眠 5V 带载能力 1mA 左右）。

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 VOUT 插入检测

IP5901 内建 VOUT 负载插入检测电路，可以在待机情况下，检测到 VOUT 有负载插入时，唤醒系统软件打开 Boost 升压给负载供电。

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：

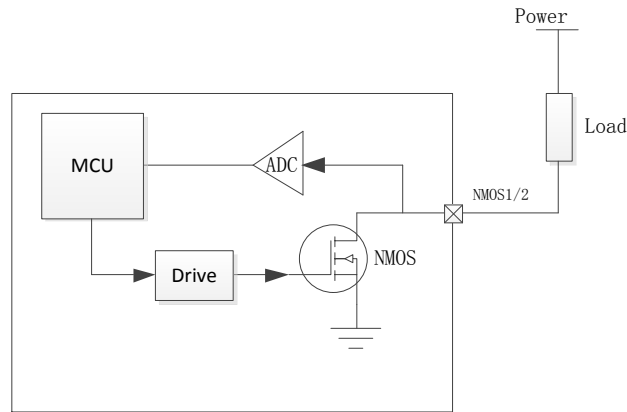


图 6 IP5901 NMOS 模块原理图

- 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。

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。

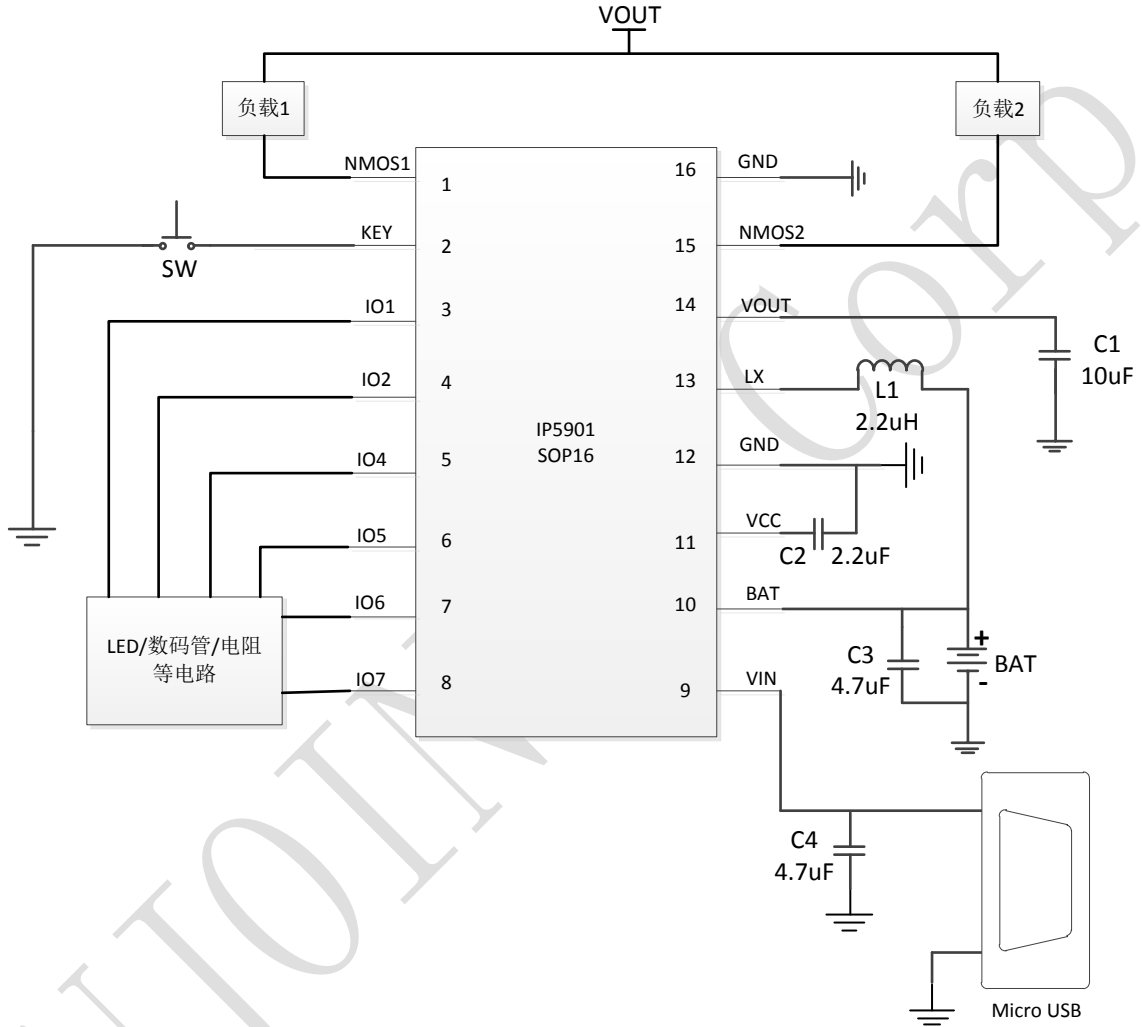
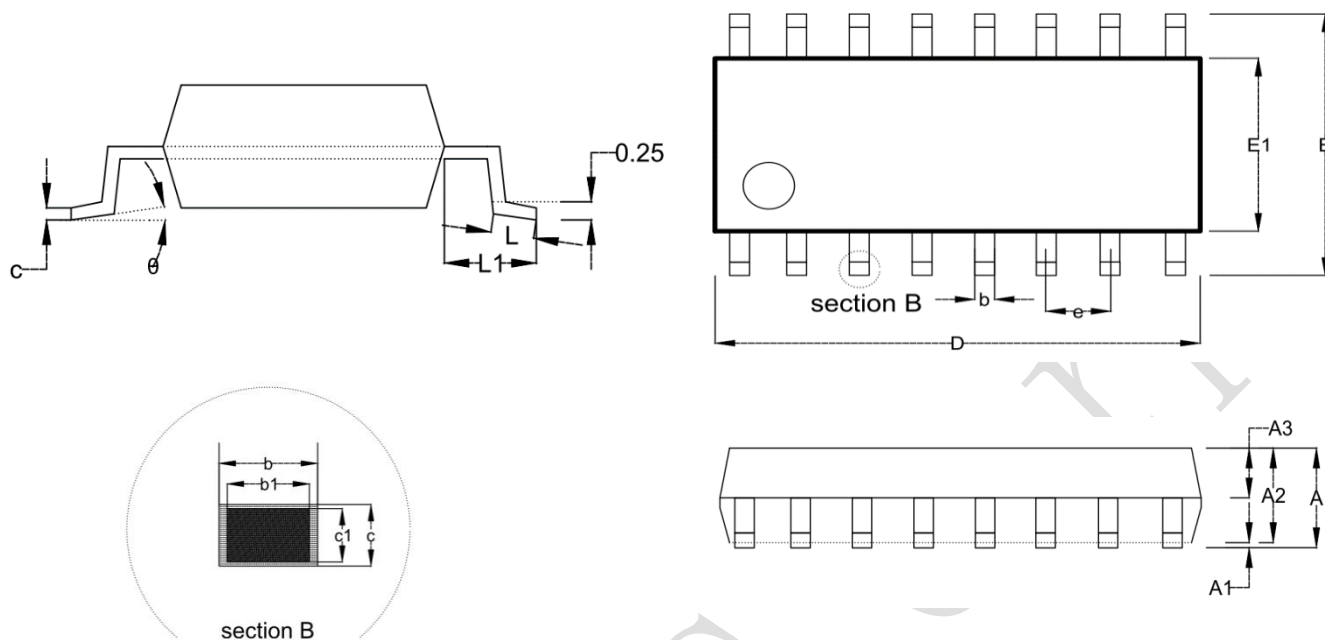


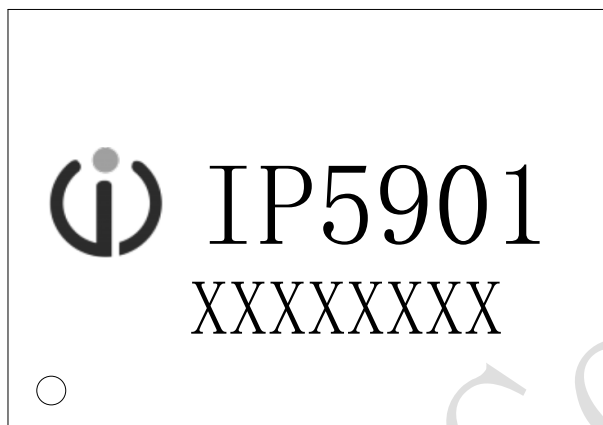
图 7 IP5901 原理图

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。