

## TWS 耳机充电仓电源管理 SOC

### 集成 MCU 支持 1A 充电 800mA 放电

## 1 特性

- **MCU**
  - ◇ 集成 32bits CPU
  - ◇ 2K Bytes SRAM
  - ◇ 64K Bytes FLASH ROM, 支持 USB 口升级
  - ◇ 系统时钟: 低速 32KHz、高速 16MHz
  - ◇ 1 个系统滴答定时器, 3 个通用定时器
  - ◇ 2 个 PWM 模块, 复用定时器控制
  - ◇ 内置呼吸灯硬件控制器
  - ◇ 内置 8 通道 12-bit ADC, 可精准测量电压电流, 支持电池电量计等功能
  - ◇ 2 个 UART 收发器, 可复用到多个 IO, 部分引脚支持电平转换
  - ◇ 1 个 I<sup>2</sup>C Master
  - ◇ 2 个外部中断源, 复用到 IO 输入
  - ◇ 支持最多 13 个通用 IO 口, 支持复杂灯效
  - ◇ 独立的霍尔、按键检测引脚
  - ◇ 独立 RESET 脚, 用于复位 MCU
  - ◇ 支持数据透传模式
- **充电**
  - ◇ 最大 1A 电流同步开关充电
  - ◇ 充电效率最高达 90%
  - ◇ 输入 DPM 功能, 匹配适配器输出能力
  - ◇ 支持设置 4.20~4.40V 电池充电限制电压
- **放电**
  - ◇ 800mA 同步升压转换器
  - ◇ 升压效率最高达 93%
  - ◇ 集成 2 个路径管理输出 VPHL/VPHR
  - ◇ 输出电压 3.2V~5.2V @Step=10mV 可调
  - ◇ 支持给耳机跟随快充提升整机续航
  - ◇ 支持双耳输出独立限流、插入/拔出检测
- **低功耗**
  - ◇ 待机功耗 15μA
  - ◇ 船运模式低至 3μA
- **多重保护、高可靠性**
  - ◇ 独立双耳限流保护
  - ◇ 输入欠压、过压、过充保护
  - ◇ 输入输出过温保护
- **BOM 极简**
  - ◇ 功率 MOS 内置, 1μH 单电感实现充放电
- **深度定制**
  - ◇ 可灵活低成本定制方案
- **封装 QFN28 4mm\*4mm**

## 2 应用

- TWS 蓝牙耳机充电仓
- 锂电池便携设备

## 3 简介

IP5529 是一款集成升压转换器、锂电池充电管理、高性能 MCU 的多功能电源管理 SOC, 为 TWS 充电仓提供完整的解决方案。

得益于 IP5529 的高集成度与丰富功能, 在应用时仅需极少的外围器件, 有效减小整体方案的尺寸, 降低 BOM 成本。

IP5529 采用开关降压充电技术, 提供最大 1A 充电电流, 充电效率高至 90%。内置芯片温度保护和输入电压智能调节充电电流。

IP5529 的同步升压系统提供额定 800mA 输出电流, 转换效率高至 93%。集成供双耳机充电的路径管, 支持限流、负载检测等功能, 轻载后进入待机状态, 芯片静态电流降至 15μA。

IP5529 内置高性能 32 位 MCU, 具有丰富的外设资源, 通过软件灵活设计, 实现多功能的智能充电仓。

IP5529 采用 QFN28 4mm\*4mm 封装。

## 目录

1	特性	1
2	应用	1
3	简介	1
4	修改记录	4
5	简化应用原理图	5
6	引脚定义	6
7	系统框图	7
8	电气参数	8
8.1	极限参数	8
8.2	推荐工作条件	8
8.3	电气特性	8
9	MCU 与存储器	11
9.1	概述	11
9.2	程序存储空间	11
9.3	数据存储空间	11
9.4	烧录口 ICP	11
10	系统时钟	11
10.1	概述	11
10.2	高频时钟	11
10.3	低频时钟	12
11	复位	12
11.1	概述	12
11.2	上电复位	12
11.3	外部 RESET 复位	12
11.4	VCC 低压复位	13
11.5	看门狗定时器溢出复位	13
12	工作模式	13
12.1	概述	13
12.2	船运模式	13
12.3	正常模式	13
12.4	待机模式	14
13	中断控制器	14
13.1	概述	14
14	PMU 电源管理单元	14
14.1	概述	14
15	Boost 升压模块	15
15.1	概述	15
15.2	Boost 特性曲线	15
16	Charger 充电模块	16
16.1	概述	16
16.2	充电过程示意图	17

17	VPH 路径管模块 .....	17
17.1	概述 .....	17
18	KEY 按键检测 .....	18
18.1	概述 .....	18
19	EN_P 霍尔检测 .....	19
19.1	概述 .....	19
20	I/O 端口 .....	19
20.1	I/O 口功能 .....	19
21	BLN 呼吸灯模块 .....	20
21.1	概述 .....	20
21.2	时序示意图 .....	20
22	I2C 模块 .....	21
22.1	概述 .....	21
23	UART 模块 .....	21
23.1	概述 .....	21
24	ADC 模数转换 .....	21
24.1	概述 .....	21
25	NTC 电阻检测 .....	21
25.1	概述 .....	21
25.2	NTC 检测 .....	22
25.3	配置电阻检测 .....	22
26	定时器/计数器 .....	23
26.1	概述 .....	23
26.2	Systick .....	23
26.3	Timer0/Timer1/Timer2 定时器/计数器 .....	23
27	PWM 模块 .....	23
27.1	概述 .....	23
28	典型应用原理图 .....	24
28.1	原理图 .....	24
28.2	BOM 表 .....	24
28.3	PCB Layout 注意事项 .....	25
29	封装信息 .....	26
30	IC 丝印说明 .....	27
31	责任及版权声明 .....	28

## 4 修改记录

备注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同。

更改版本 V1.00（2024 年 9 月）

页码

- 
- 初版释放.....1
- 

INJOINIC Corp.

## 5 简化应用原理图

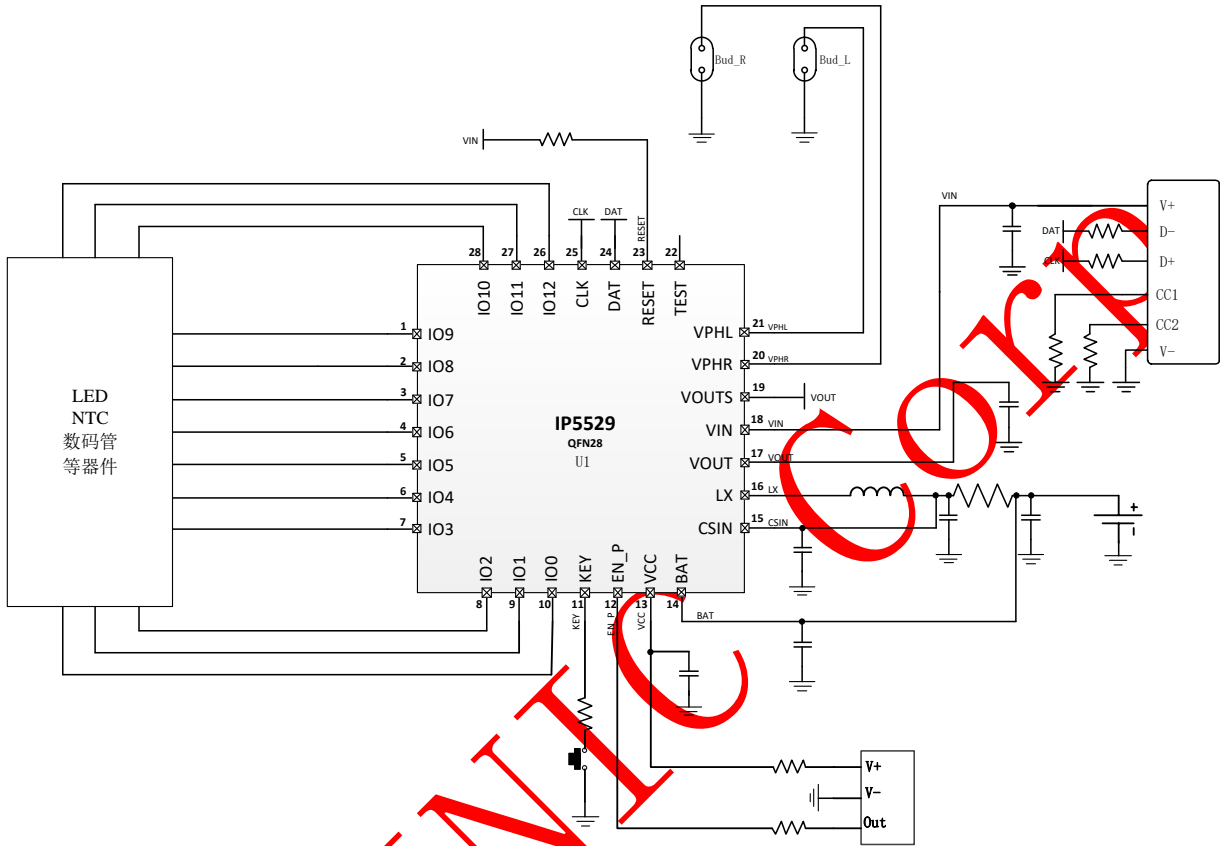


图1 IP5529 简化应用原理图

## 6 引脚定义

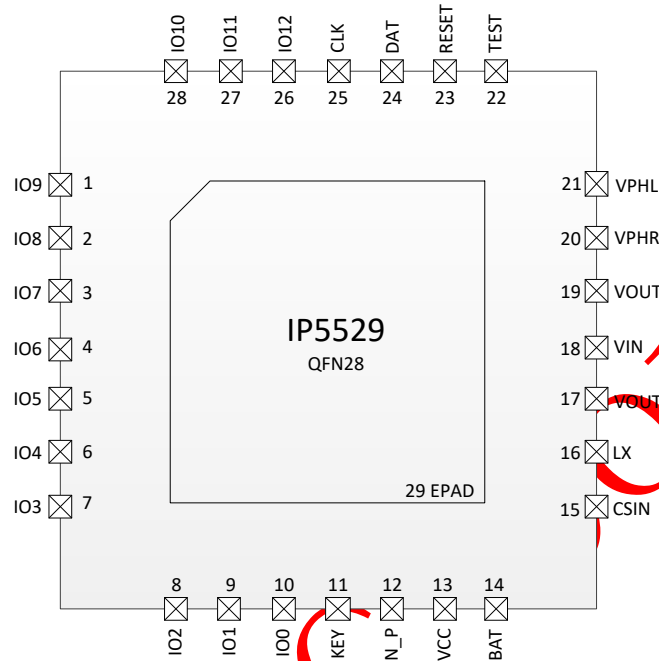


图2 IP5529 引脚图

引脚编号	引脚名字	引脚功能			
		F1	F2	F3	F4
1	IO9	GPIO9	UART1		
2	IO8	GPIO8	UART1		
3	IO7	GPIO7		SIRQ1	BLN1
4	IO6	GPIO6	UART0		BLN0
5	IO5	GPIO5	I2C_CLK	PWM1	BLN1
6	IO4	GPIO4	I2C_DAT	PWM0	BLN0
7	IO3	GPIO3	ADC3	SIRQ1	BLN1
8	IO2	GPIO2	ADC2	SIRQ0	BLN0
9	IO1	GPIO1	ADC1	PWM1	BLN1
10	IO0	GPIO0	ADC0	PWM0	BLN0
11	KEY	按键检测，激活后输出 0.8V 的方波			
12	EN_P	霍尔开关信号检测，内部有弱下拉			
13	VCC	系统电源 VCC LDO 输出引脚，必须外接 1 个 2.2uF 电容到 GND			
14	BAT	电池正端			
15	CSIN	升压输入节点			
16	LX	升压开关节点			
17	VOUT	升压输出端			
18	VIN	充电 5V 输入端			
19	VOUTS	需要与 VOUT 短接			

20	VPHR	VPHR 路径管输出接右耳机正端	UART1	UART0	
21	VPHL	VPHL 路径管输出接左耳机正端	UART1	UART0	
22	TEST	测试脚 debug 用，无应用功能			
23	RESET	复位脚，该引脚从低到高并持续一段时间则触发复位			
24	DAT	在线升级数据引脚	透传桥接到 VPHR	UART0_TX	
25	CLK	在线升级时钟引脚	透传桥接到 VPHL	UART0_RX	
26	IO12	GPIO12	UART0	I2C_CLK	
27	IO11	GPIO11	UART1	I2C_DAT	
28	IO10	GPIO10	UART0		
Epad	GND	系统地			

## 7 系统框图

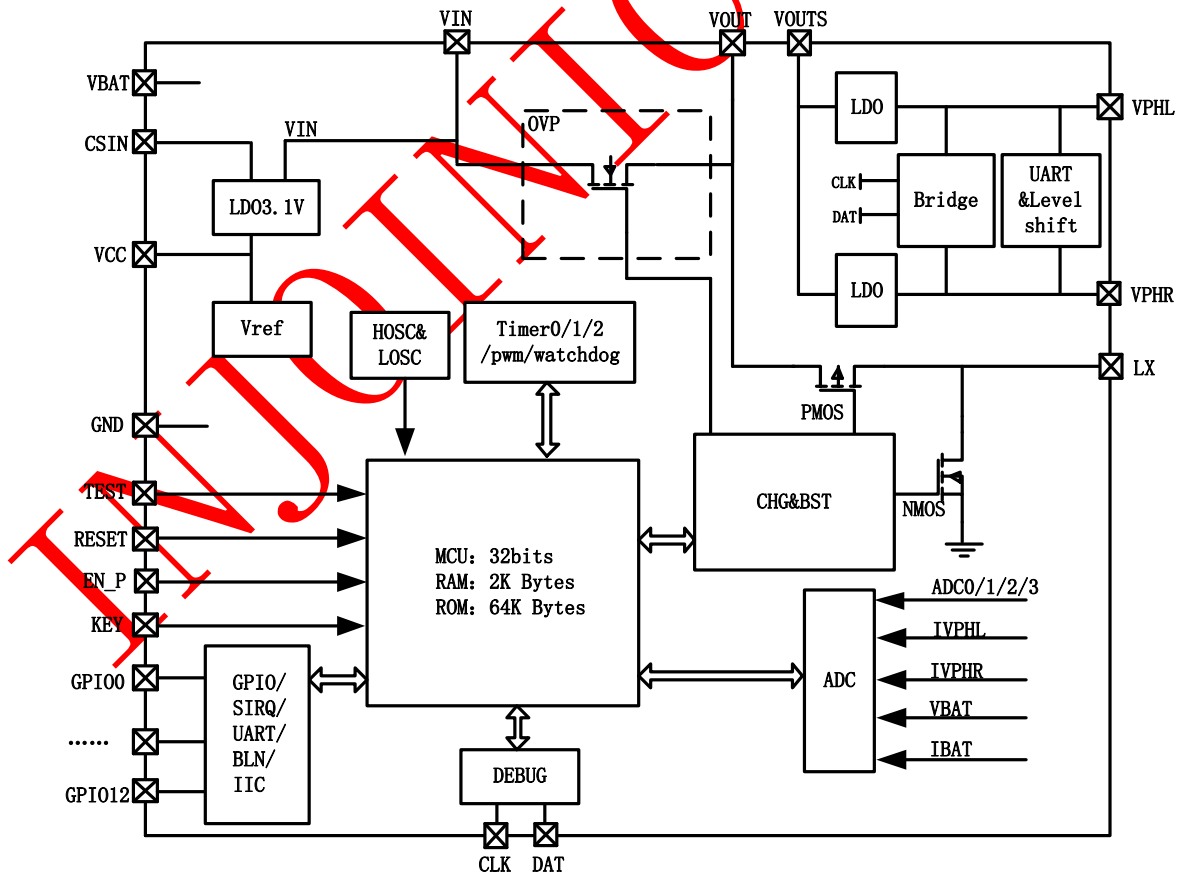


图3 IP5529 内部系统框图

## 8 电气参数

### 8.1 极限参数

参数	符号	值	单位
输入电压范围	VIN、BAT、CSIN、LX、VOUT、VOUTS、VPHL、VPHR	-0.3 ~ 10	V
其他 I/O 电压范围	IO0~IO12 等其他引脚	-0.3 ~ 4	V
结温范围	T <sub>J</sub>	-40 ~ 150	°C
存储温度范围	T <sub>stg</sub>	-60 ~ 150	°C
热阻 (结温到环境)	θ <sub>JA</sub>	40	°C/W
人体模型 (HBM)	ESD	2	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。

### 8.2 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	4.8	5	6.0	V
工作环境温度	T <sub>A</sub>	-20	--	85	°C

\*超出这些工作条件，器件工作特性不能保证。

### 8.3 电气特性

除特别说明，T<sub>A</sub>=25°C，L=1uH，VIN=5V，VBAT=3.7V

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>充电系统</b>						
输入电压	VIN		4.8	5.0	6.0	V
输入过压阈值	VIN <sub>OV</sub>	上升电压	5.8	6.0	6.2	V
输入过压保护迟滞				700		mV
输入欠压保护	VIN <sub>UV</sub>	VOUT 点电压	4.55	4.6	4.65	



CV 恒压充电电压	$V_{CV}$	$CV_{4.2V}$	4.18	4.20	4.23	V
		$CV_{4.3V}$	4.28	4.30	4.33	V
		$CV_{4.35V}$	4.33	4.35	4.38	V
		$CV_{4.4V}$	4.38	4.40	4.43	V
充满后回充电电压	$V_{RCH}$	固件设置 $CV=4.2V$ 充满后, 降低 BAT 电压, 重新充电时 BAT 电压点		$V_{CV}-0.1$		V
恒流充电电流	$I_{CC}$	固件配置 800mA	770	800	830	mA
充电截止电流	$I_{CCstop}$	输入 $V_{IN}=5V$		$0.1 \cdot I_{CC}$		V
涓流充电电流	$I_{TK}$	$V_{IN}=5V$		$0.1 \cdot I_{CC}$		mA
涓流截止电压	$V_{TK}$		2.9	3.0	3.1	V
<b>升压系统</b>						
电池工作电压	$V_{BAT}$		3.2	3.7	4.4	V
低电关机电压	$V_{BATLOW}$	$I_{OUT}=200mA$	3.15	3.20	3.25	V
DC 输出电压	$V_{out}$	$V_{BAT}=3.7V @0A$	5.0	5.07	5.20	V
		$V_{BAT}=3.7V @200mA$	4.75	5.0	5.15	V
输出电压纹波	$\Delta V_{OUT}$	$V_{BAT}=3.2V \sim 4.4V @I_{OUT}=300mA$	50	100	150	mV
升压系统供电电流	$I_{vout}$	$V_{BAT}=3.7V$	0		800	mA
单个路径管限流值	$I_{vphcc}$	$V_{BAT}=3.7V$ , 固件配置限流 150mA		150	200	mA
轻载关机电流	$I_{load-ph}$	固件配置轻载电流 4mA		4		mA
单个路径管内阻	$R_{VPHL}$	$V_{OUT}=5V$	650	700	750	mΩ
	$R_{VPHR}$					
<b>控制系统</b>						
开关频率	$F_s$	放电开关频率		1000		kHz
		充电开关频率		1000		kHz
PMOS 导通电阻	$R_{DSON}$			170		mΩ
NMOS 导通电阻				200		mΩ
VIN OVP 管导通内阻	$R_{ovp}$			150		mΩ
VCC 电压	VCC	$V_{bat}=3.7V$	3.0	3.1	3.2	V
电池输入待机电流	$I_{STB}$	$V_{in}=0V$ , $V_{BAT}=3.7V$		15	20	μA
船运模式待机电流	$I_{stop}$	处于船运模式	0	2	5	μA

热关断结温	$T_{OTP}$	上升温度	130	140	150	°C
热关断迟滞	$\Delta T_{OTP}$		30	40	50	°C
<b>GPIO</b>						
IO 口驱动电流	$I_{GPIO}$			5		mA
最低输入高电平	$V_{IH}$		0.7VCC			V
最高输入低电平	$V_{IL}$				0.3VCC	V
输出高电平	$V_{OH}$			VCC		V
输出低电平	$V_{OL}$			GND		V
上拉电阻	$R_{pu}$			100		kΩ
下拉电阻	$R_{pd}$			100		kΩ

\*上述数据基于 demo 程序测试，多个参数规格可软件配置

## 9 MCU 与存储器

### 9.1 概述

IP5529 集成 32 位内核 CPU 的 MCU，RISC 精简指令结构，单周期指令和数据访问。

### 9.2 程序存储空间

IP5529 内置 64K 的 FLASH 存储器，用于存放用户代码程序以及数据，可重复烧写。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、复位和等特殊用途。部分地址段的存储空间支持保存工厂数据，如 SN 码。

### 9.3 数据存储空间

IP5529 内置 SRAM 空间共 2K Bytes。

### 9.4 烧录口 ICP

IP5529 程序烧录口包含 2 根信号线：DAT(PIN24)和 CLK(PIN25)。

烧录程序需要专用烧录器，设计 PCB 如需在 DAT/CLK 线上加 ESD 防护器件，应当选择钳位电平 5V 左右、等效电容应小于 100pF 的 ESD 器件。

DAT/CLK 支持通过透传桥接到 VPHR/VPHL，也支持复用为 UART 用于调试打印。

## 10 系统时钟

### 10.1 概述

IP5529 系统时钟信号由芯片内部 RC 振荡器提供，本芯片内置 2 个振荡器：

- 16MHz 高频 RC 振荡器 HOSC
- 32KHz 低频 RC 振荡器 LOSC

在 workon 状态下，HOSC 和 LOSC 均振荡。

在 standby 状态下，LOSC 振荡，HOSC 停振。

CPU 的时钟源可以根据需要灵活选择振荡器，支持时钟分频。

### 10.2 高频时钟

IP5529 内置 1 个振荡频率为 16MHz 的高精度 HOSC 振荡器。

HOSC 的分频时钟输出给 MCU 的 CPU 时钟 HCLK。

HOSC 振荡器除了作为系统时钟源外，还可以为 ADC 电路、Timer 等提供所需要的时钟。

## 10.3 低频时钟

IP5529 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，如看门狗定时器、KEY 检测等。

## 11 复位

### 11.1 概述

IP5529 具有多种复位方式：

- 上电复位
- 外部 RESET 复位
- VCC 低压复位
- 看门狗定时器溢出复位

### 11.2 上电复位

IP5529 在电源刚接入时，进入船运模式，此后需外部触发退出船运信号，如 VIN 有电或 EN\_P 为高，则 PMU 发出上电复位信号让系统复位后进入默认状态。

### 11.3 外部 RESET 复位

IP5529 集成 1 个独立的硬件复位电路，外部产生复位时序输入到 RESET PIN，复位电路产生复位信号让系统复位后进入默认状态。

复位时序：由低到高的上升沿后持续高 32ms 以上，即可发生强制复位。一般在 RESET 与 VIN 间串接 10kΩ 电阻，插 VIN 时固定复位一次系统。

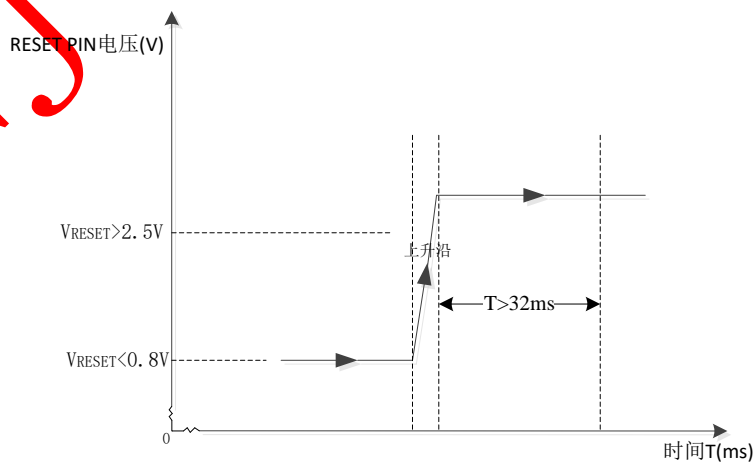


图4 Reset 复位时序图

## 11.4 VCC 低压复位

IP5529 集成 VCC 电压监测电路，当 VCC 电压下降到阈值以下则发生 VCC 低压复位系统。

## 11.5 看门狗定时器溢出复位

IP5529 内置看门狗定时器用于保证程序正常运行，当程序运行出错时，看门狗定时器会溢出，可产生复位信号复位系统。

看门狗时钟源为 32KHz 低频 RC 振荡器 LOSC。

使能看门狗后，若定时器溢出，看门狗可直接使系统复位，或者发出中断信号、唤醒信号。

## 12 工作模式

### 12.1 概述

IP5529 支持 3 种工作模式：

- 船运模式
- 正常模式
- 待机模式

### 12.2 船运模式

船运模式，或称为未激活状态。

IP5529 在 BAT 电源刚接入时，进入未激活状态（船运模式），此时所有时钟停振，VCC 电平为电池电压，芯片内仅部分电路在工作，如 VIN、EN\_P 电平检测等用于监测是否要进入正常模式。

在船运模式下，接入 VIN 或把 EN\_P 拉高则系统复位后进入正常模式。

IP5529 在正常模式工作时通过 MCU 改写船运模式控制寄存器，进入船运模式；一般需要代码开发相应的产测指令触发。

### 12.3 正常模式

正常模式，即 Workon 状态。

IP5529 在 MCU 被唤醒后进入 Workon 状态，此时 VCC 电平为 3.1V 电压，所有功能均正常，高频时钟和低频时钟都开启，代码控制切换时钟，用户开发的代码即工作在此模式下。

在 Workon 状态下通过 MCU 改写配置寄存器可进入船运模式或待机模式。

## 12.4 待机模式

待机模式，即 Standby 状态。

Standby 状态只能由 Workon 状态下配置寄存器进入，在 Standby 状态下，已开启的唤醒源可产生唤醒信号让芯片进入 Workon 状态。

IP5529 在待机模式下，此时 VCC 电平为 3.1V 电压。

## 13 中断控制器

### 13.1 概述

IP5529 系统的中断源包括：

- Boost 异常中断（欠压 Lowpot 或短路 SCDT）
- 电池低电 BATLOW
- KEY（包括长按、双击、短按、按下、抬起）
- VINOK/VINOUT
- VPH 插拔
- EN\_P
- SIRQ0, SIRQ1
- BLN0, BLN1
- UART0, UART1
- I2C
- Timer0, Timer1, Timer2
- Systick, Watchdog

中断控制器有多级中断优先级仲裁机制，保障各中断的时序要求。

## 14 PMU 电源管理单元

### 14.1 概述

IP5529 内置功能完备的 PMU 电源管理单元，PMU 管理着芯片内大部分电路使用的 VCC 电源。

PMU 内置 2 个 VCC LDO，从 VIN 到 VCC 的 VINLDO，从 CSIN 到 VCC 的 BATLDO 端，默认 BATLDO 供电 VCC，当 VIN 存在时，VINLDO 优先供电，VIN 拔出自动切为 BATLDO 供电。

在非激活状态即船运模式时由 BATLDO 提供 VCC 电平，但此时 VCC 为电池电压，PMU 内除 VCC LDO 外，还有 VIN 和 EN\_P 监测电路，有激活信号时唤醒系统。进入激活状态后，VCC 电平为 3.1V。

PMU 具有 VCC 电压监测电路，在 VCC 掉电时复位系统。

## 15 Boost 升压模块

### 15.1 概述

IP5529 集成 1 个负载能力 5V@800mA 的升压 DC-DC 转换器。

Boost 在电池电压 3.0~4.4V 输入下均可正常升压。

Boost 开关频率 1MHz，输出电压 3.2V~5.2V@Step=10mV 可调。

Boost 内置软启动功能，防止启动时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。

Boost 系统输出电流可随温度自动调节，确保芯片温度在设定温度以下。

### 15.2 Boost 特性曲线

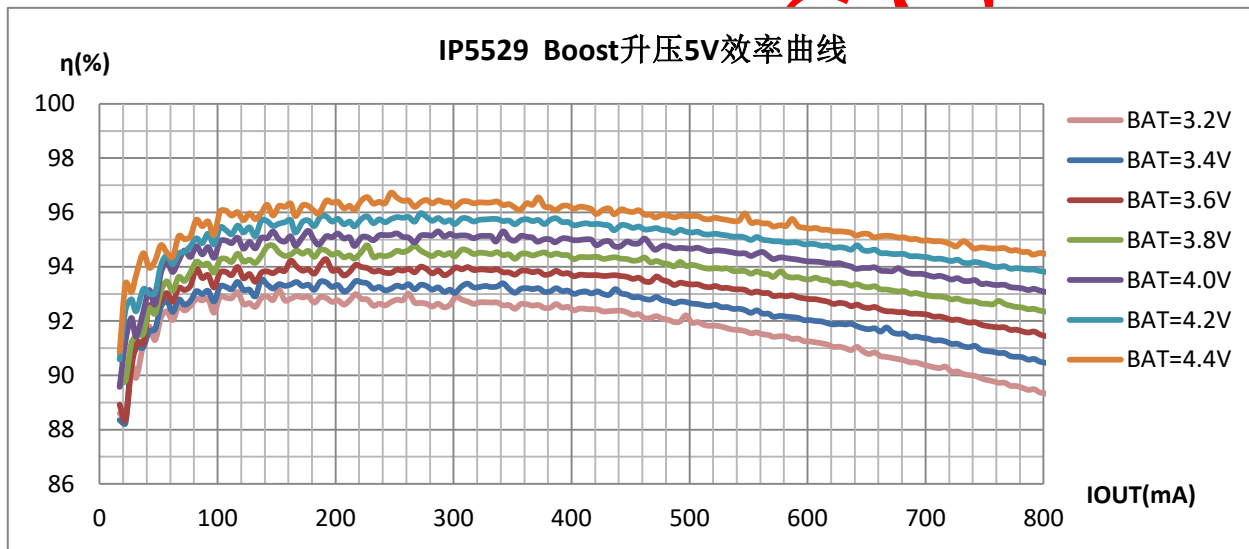


图5 IP5529 升压效率图

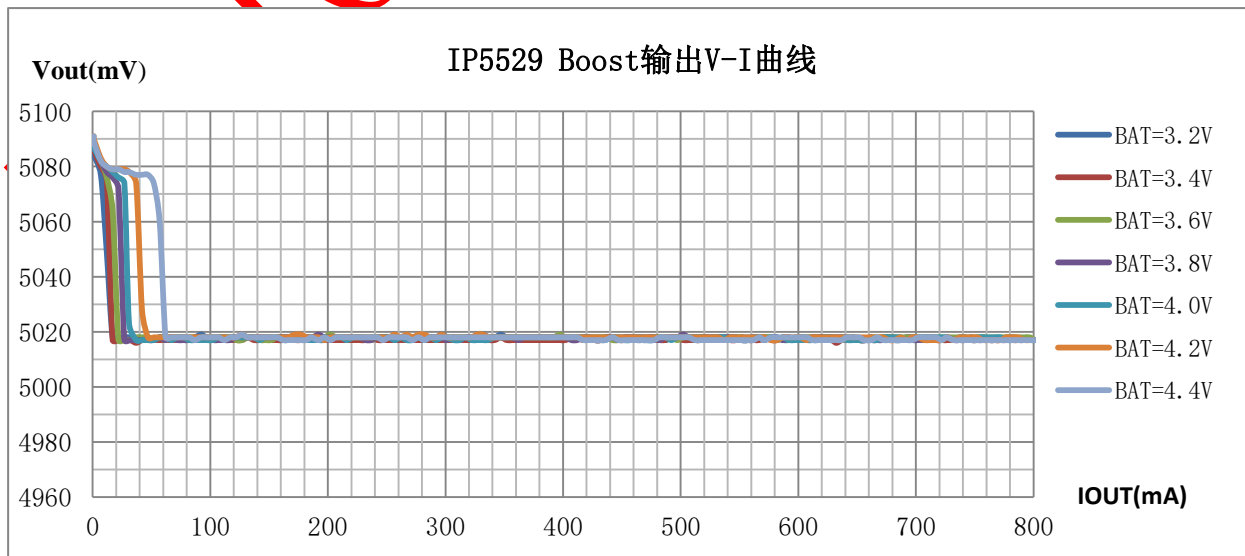


图6 IP5529 V/I 曲线图

## 16 Charger 充电模块

### 16.1 概述

IP5529 集成同步开关降压锂电池充电器，具有完备的涓流/恒流/恒压充电模式。

IP5529 支持充电路径管理，即边充边放功能，VIN 电源经 OVP 管传到 VOUT 端，而 VOUT 为 VPH 充电机路径管提供电源，同时 Charger 也从 VOUT 取电给电池充电。

VIN 过压  $V_{IN_{OV}}$  时，硬件自动关闭 OVP 管，此时 Charger 停止工作，直到过压解除才重新打开 OVP 管 Charger 重新工作。

Charger 具有软启动功能及输入电源动态管理 DPM 功能，当监测到 VOUT 电压接近欠压阈值时，自动减小充电电流，自动适应适配器的负载输出能力。

当电池电压小于涓流截止电压  $V_{TK}$  时，以涓流充电电流  $I_{TK}$  充电。

当电池电压大于涓流截止电压  $V_{TK}$  时，以恒流充电电流  $I_{CC}$  充电。

当电池电压接近设定的恒压充电电压  $V_{CV}$  时，充电电压  $V_{CV}$  保持不变，充电电流缓慢减小，进入恒压充电模式，支持 4.0-4.4V 的  $V_{CV}$  恒压充电电压配置。

进入恒压充电模式后，如果充电电流小于充满停充检测电流  $I_{CCstop}$ ，则会停止充电。

电池充满停充后，且输入 VIN 持续有效，如果电池电压小于再充电阈值电压  $V_{RCH}$  时，会进入充满回充阶段，会再次开启充电流程。

IP5529 的 Charger 恒流阶段  $I_{CC}$  电流最大支持 1A，可 MCU 编程寄存器满足不同充电电流需求，且支持恒定 VIN 输入电流或者恒定输出到电池的电流。

芯片在充电过程同时检测输入电压和芯片温度，自动调节充电电流。

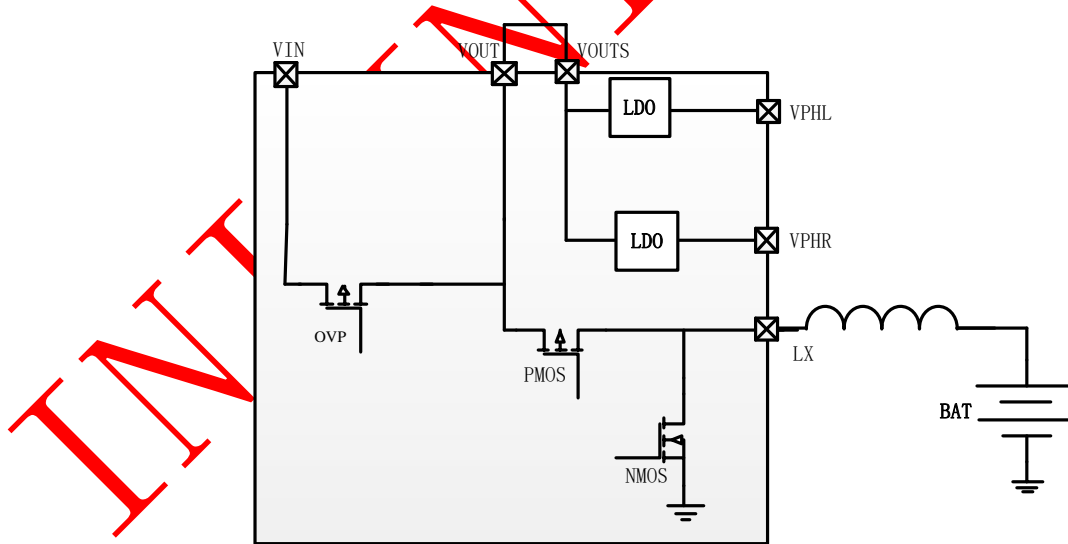


图7 IP5529 路径管理示意图



## 16.2 充电过程示意图

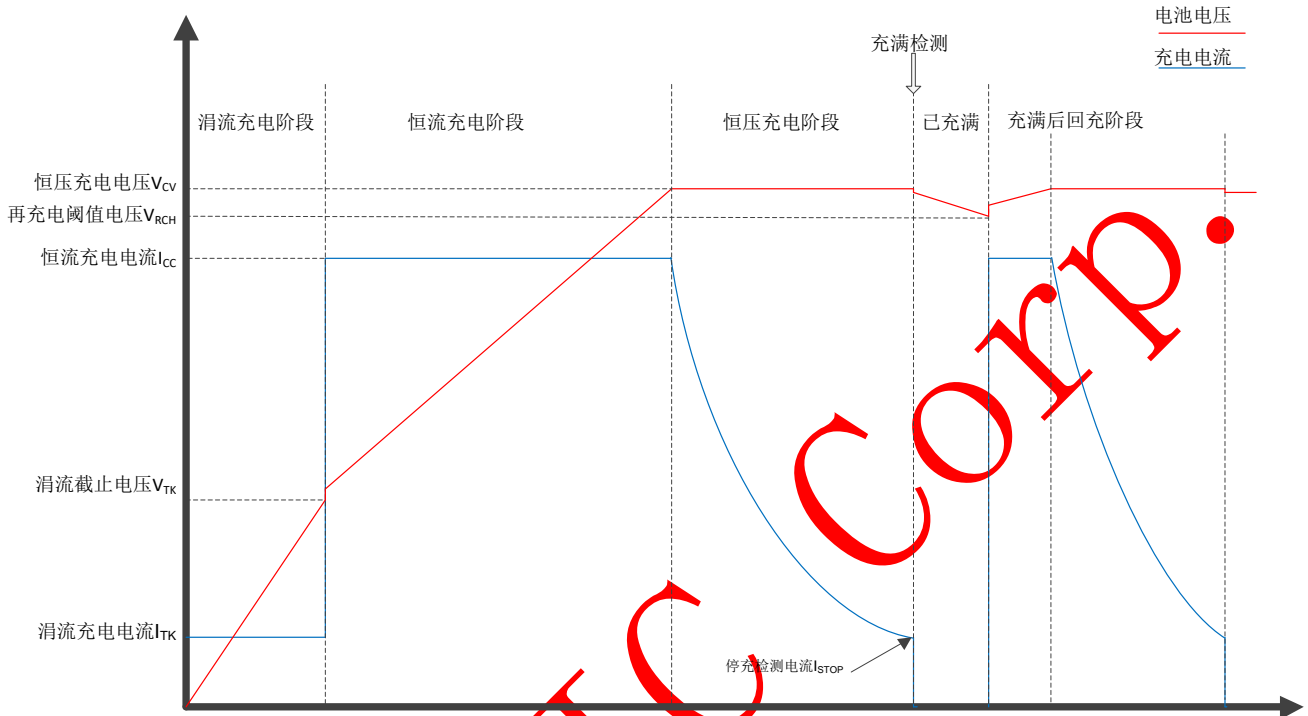


图8 IP5529 充电过程示意图

## 17 VPH 路径管模块

### 17.1 概述

IP5529 集成 2 个 VPH 路径管，路径管支持输出过流、输出欠压保护，支持插入识别、轻载检测、UART 通讯等功能。

两个路径管的输出 VPHL/VPHR，分别对应左耳机/右耳机的正端输入；VPH 路径管支持直通 VOUT 电源输出给耳机充电，也支持 VPH 管进入 LDO 模式降压跟随耳机电池电压充电提高效率。

路径管给耳机充电时，路径管电流监测电路实时监测输出电流，当电流大于  $I_{VPHCC}$  时发出过流信号，当电流小于  $I_{plout-ph}$  则发出轻载信号，MCU 收到相关信号进行相应操作。

路径管模块集成 UART 收发接口；MUC 可控制复用电路关闭 VPH 管，开启 UART 收发接口，此时通过 VPHL/VPHR 直接与耳机进行串行通讯，且 UART 收发接口支持电平转换，适配不同的通讯电平需求。

路径管与烧录口 ICP 间有透传桥，MCU 开启透传功能时，DAT PIN 直通到 VPHR PIN，CLK PIN 直通到 VPHL PIN，支持上位机通过透传桥与两只耳机进行高速通信，当通讯线路持续低电平自动退出透传模式。

路径管模块集成负载插拔检测电路，MCU 控制开启插拔检测功能，插拔检测电路输出上拉到 VBAT 的弱电平，无耳机负载时插拔检测电平为 VBAT，当接入耳机负载时拉低输出电平则发出插入信号给 MCU，MCU 收到插拔信号可做相应动作，如闪灯。插拔检测具有较高灵敏度，可检测到微安级别负载的变化。

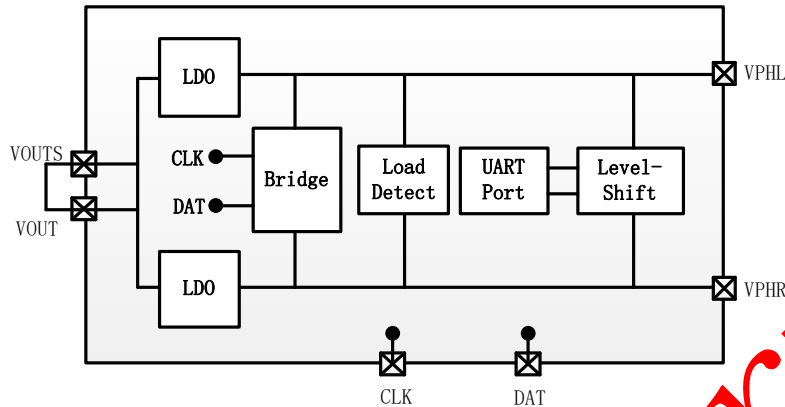


图9 IP5529 VPH 路径管内部示意图

## 18 KEY 按键检测

### 18.1 概述

IP5529 具有独立的按键检测引脚 KEY。在芯片处于正常模式或待机模式时按键检测功能即可开启，KEY 引脚会持续输出 0.8V 电平的方波，通过检测方波电平被拉低于 0.2V 来判断按键按下，也具有硬件消抖功能。

按键是否按下，MCU 可通过只读寄存器查询。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：短按、双击、长按、按下去、抬起来、上升沿+下降沿；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。

在进入待机模式前 MCU 可配置短按按键唤醒功能；在 Workon 状态下 MCU 可判断按键动作，做出如显示灯显、发复位码给耳机等操作。

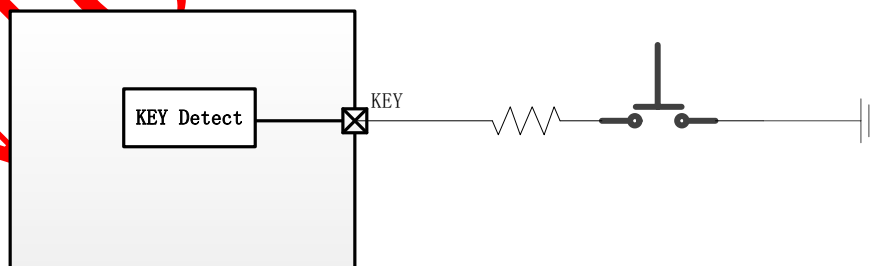


图10 IP5529 按键 KEY 接线图

## 19 EN\_P 霍尔检测

### 19.1 概述

IP5529 具有独立的霍尔检测引脚 EN\_P。只要 VCC 有电则 EN\_P 都可正常工作，EN\_P 内部有固定 1 $\mu$ A 弱下拉电流，内部电路通过检测 EN\_P 引脚电平，发出相应的标志位，也具有硬件消抖功能。

在非激活状态即船运模式时拉高 EN\_P 端口可激活系统进入 Workon 状态正常模式。一般不使用霍尔器件时也上拉 10k $\Omega$  到 VCC，实现上电自激活功能。

在 Workon 状态下，MCU 可以读 EN\_P 状态位，用来实现开关盖的逻辑动作。

在进入待机模式前 MCU 可配置 EN\_P 上升和下降沿唤醒功能，实现开关盖唤醒 MCU。

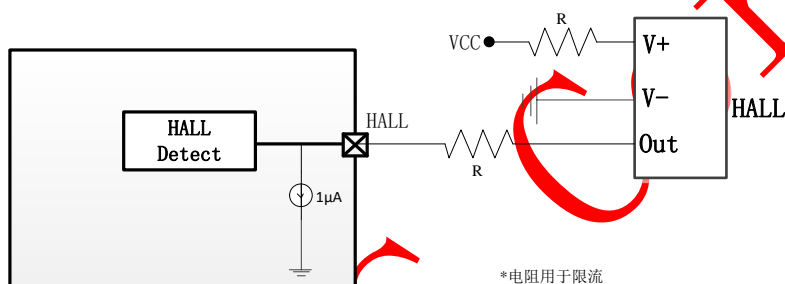


图11 IP5529 霍尔器件 HALL 接线图

## 20 I/O 端口

### 12.1 I/O 口功能

IP5529 具有 13 个通用 IO，用户可灵活开发功能使用。

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（15mA/5mA）。

每个 IO 内部都有弱上拉和弱下拉（100k $\Omega$ ）。

所有 IO 的电源均为 VCC。

引脚名称	通用功能	复用功能			
IO0	GPIO0	ADC0	PWM0	BLN0	
IO1	GPIO1	ADC1	PWM1	BLN1	
IO2	GPIO2	ADC2	SIRQ0	BLN0	
IO3	GPIO3	ADC3	SIRQ1	BLN1	
IO4	GPIO4	I2C_DAT	PWM0	BLN0	
IO5	GPIO5	I2C_CLK	PWM1	BLN1	
IO6	GPIO6	UART0		BLN0	

IO7	GPIO7		SIRQ1	BLN1	
IO8	GPIO8	UART1			
IO9	GPIO9	UART1			
IO10	GPIO10	UART0			
IO11	GPIO11	UART1	I2C_DAT		
IO12	GPIO12	UART0	I2C_CLK		

表 1 IP5529 IO 口功能表

## 21 BLN 呼吸灯模块

### 21.1 概述

IP5529 内置 2 个硬件呼吸灯控制器 BLN0 和 BLN1，可复用到多个 IO 上做呼吸灯效。呼吸灯驱动可以配置为高电平亮灯或低电平亮灯，即支持共阳极和共阴极的 LED。灯效上支持连续呼吸和单次呼吸等模式，时间周期、最大占空比可调。

### 21.2 时序示意图

硬件呼吸灯的时序如下图：

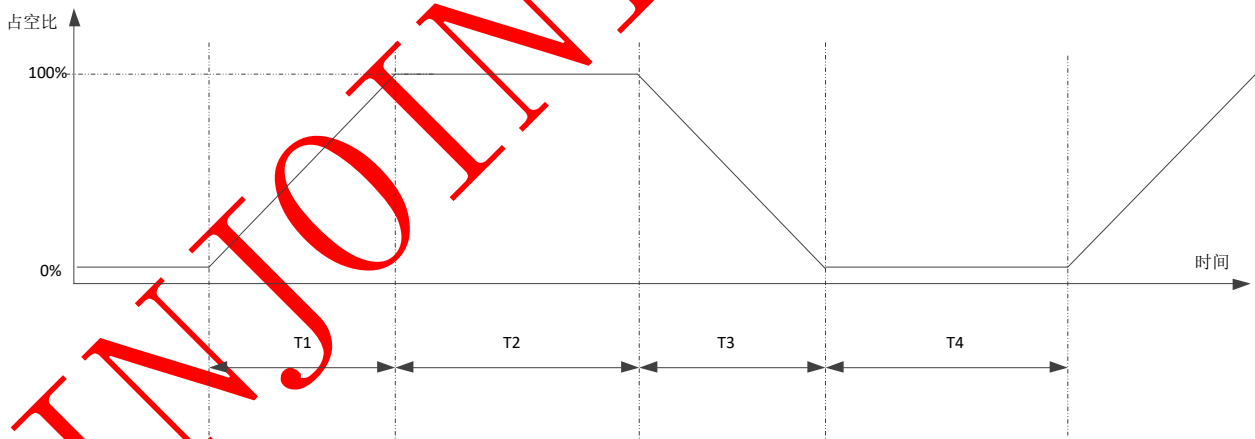


图12 IP5529 硬件呼吸灯时序图

- T1 和 T3 阶段为呼吸灯亮度渐变的时间。
- T2 阶段为呼吸灯持续常亮(100%占空比)的时间。
- T4 阶段为呼吸灯持续常灭(0%占空比)的时间。

## 22 I2C 模块

### 22.1 概述

IP5529 集成了 1 个 I<sup>2</sup>C 串行总线控制器。I<sup>2</sup>C 是一种高速同步通讯总线，通讯使用 I2C\_CLK（时钟线）和 I2C\_DAT（数据线）两线进行同步通讯。可将 I2C\_CLK 和 I2C\_DAT 切换到不同的 I/O 口上，以方便用户将一组 I<sup>2</sup>C 总线当作多组进行分时复用。

IP5529 集成的 I<sup>2</sup>C 只提供主机模式（Master），单字节读写，速率最高 400K。

通过 MCU 代码灵活开发 I<sup>2</sup>C 应用层逻辑，与外围 I<sup>2</sup>C 从设备交互。

## 23 UART 模块

### 23.1 概述

IP5529 内置 2 个全双工异步接收发送器 UART，每个 UART 都有独立的收发数据缓冲器，波特率发生器等电路。

内置的 UART 波特率支持 1200~115200bps，2 个 UART 都可分别复用到不同端口上输入输出。

部分端口有电平转换模拟前端，支持适配通信电平。

## 24 ADC 模数转换

### 24.1 概述

IP5529 集成 1 个 12-bit SAR ADC，用来检测 8 通道输入信号，内置数值平均滤波器硬件。每次更新完所有使能的通道后，各通道的测量 ADC 值会保存在各自的数字寄存器中，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 支持 1MHz 的工作时钟，8 通道分别为 VIN 电压、VBAT 电压、ADC0 电压、ADC1 电压、ADC2 电压、ADC3 电压、IBAT 电流、IVPHL 电流、IVPHR 电流。

## 25 NTC 电阻检测

### 25.1 概述

IP5529 支持电阻阻值检测功能，通过 IO 端口放出微电流，在电阻端产生电压，再通过 ADC 采样电压后可计算出电阻值。一般用于检测 NTC 电阻监测温度、检测配置电阻阻值实现不同功能配置。

## 25.2 NTC 检测

IP5529 支持 NTC 电阻检测，只需接到 IO0、IO1、IO2、IO3 引脚与 GND 之间，NTC 电阻规格支持  $10\text{k}\Omega@25^\circ\text{C}$  或者  $100\text{k}\Omega@25^\circ\text{C}$ 。

选用  $10\text{k}\Omega@25^\circ\text{C}$  规格 NTC 电阻只能接到 IO3 引脚，IO3 引脚支持放出  $20\mu\text{A}/30\mu\text{A}/100\mu\text{A}$  电流，通过切换放出电流大小来提高小电阻检测精度，MCU 通过 ADC3 通道采样 IO3 端口电压判断当前 NTC 温度。

选用  $100\text{k}\Omega@25^\circ\text{C}$  规格 NTC 电阻则可接到 IO0、IO1、IO2、IO3 任意端口上，且需要并联  $143\text{k}\Omega$  电阻接到 GND 端，通过放出  $20\mu\text{A}$  电流在电阻上产生电压，MCU 通过对应 ADC 通道采样端口电压判断当前 NTC 温度。

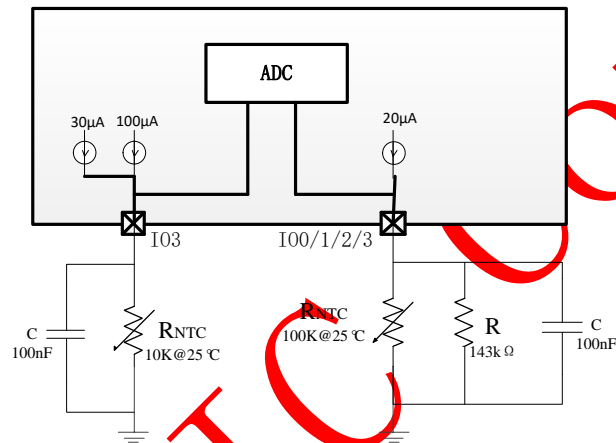


图13 IP5529 检测 NTC 接线图

## 25.3 配置电阻检测

IP5529 支持检测外部电阻阻值，实现电阻选择不同配置功能。

通过 IO0、IO1、IO2、IO3 放出  $20\mu\text{A}$  电流在配置电阻上产生电压，MCU 通过对应 ADC 通道采样端口电压，判断电阻值，切换不同的配置功能，当多个阻值配置多个功能时，应注意设计电阻值需要分段增大迟滞。

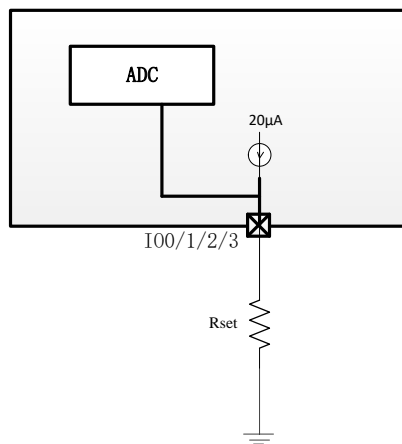


图14 IP5529 检测配置电阻接线图

## 26 定时器/计数器

### 26.1 概述

IP5529 集成多个定时器, 1 个用于 MCU 系统滴答的 SysTick, 3 个通用定时器 Timer0、Timer1、Timer3。

### 26.2 SysTick

IP5529 集成 1 个 24 位的 SysTick 滴答计数器, 为 MCU 运行提供时钟参考。

### 26.3 Timer0/Timer1/Timer2 定时器/计数器

IP5529 集成 3 个 24 位定时器 Timer0, Timer1 和 Timer2, 支持不同分频数、中断。

3 个定时器 Timer0/1/2, 都支持 3 种工作模式。

- **Circle 模式:** 定时器从 0 开始计数到等于 TX\_VAL 时产生中断, 然后继续向上计数, 直到溢出, 然后再从 0 开始计数, 不断循环, 直到关闭定时器使能。
- **Normal 模式:** 定时器从 0 开始计数到等于 TX\_VAL 时产生中断, 然后停止计数, 硬件自动清零 EN 位。
- **Reload 模式:** 定时器从 0 开始计数到等于 TX\_VAL 时产生中断, 然后从 0 开始计数, 不断循环, 直到关闭定时器使能。

其中 Timer0/1 可复用为 PWM 控制器。

## 27 PWM 模块

### 27.1 概述

IP5529 集成 2 个 24 位 PWM 控制器, 与 Timer0、Timer1 定时器复用, 2 路 PWM 都支持独立周期、独立占空比调节, 可复用到多个端口输出。

## 28 典型应用原理图

### 28.1 原理图

IP5529 只需要电感、电容、电阻，即可实现完整功能的 TWS 充电盒方案。

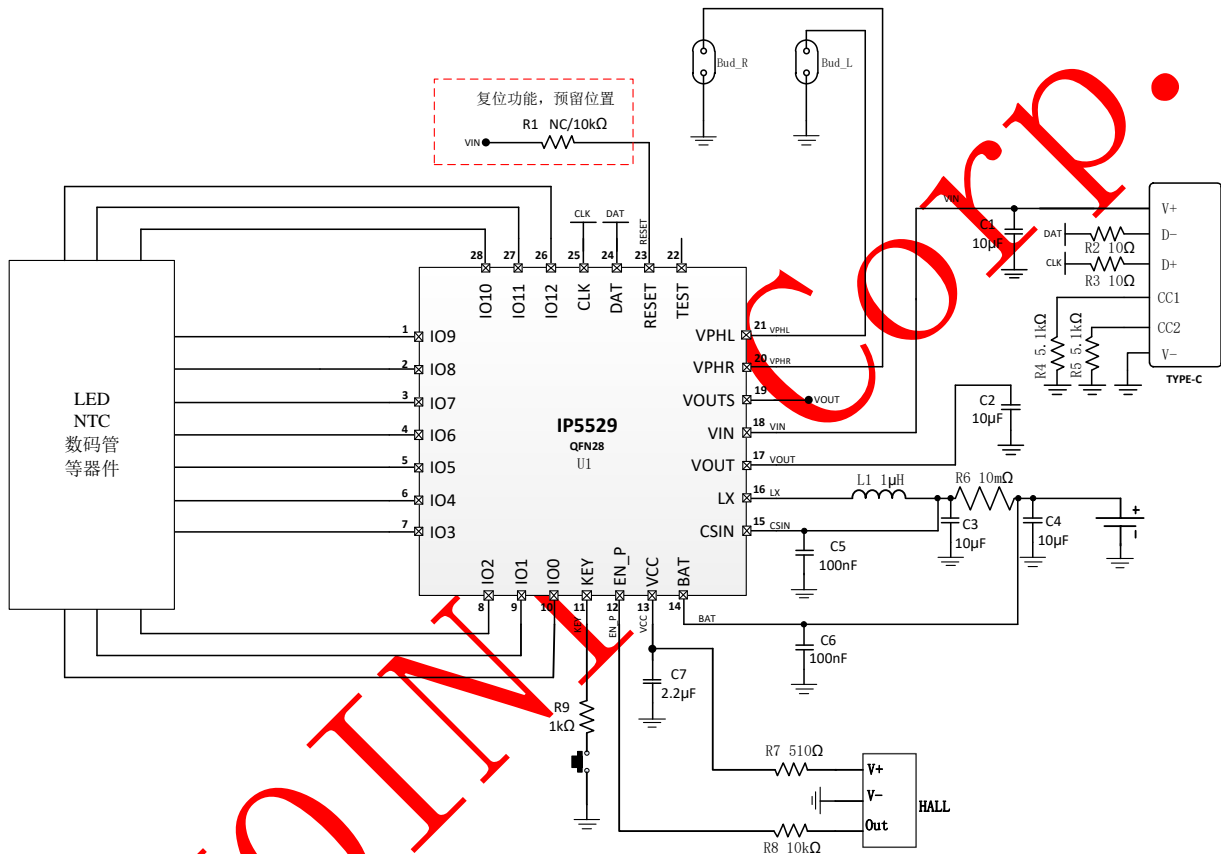


图15 IP5529 典型应用原理图

### 28.2 BOM 表

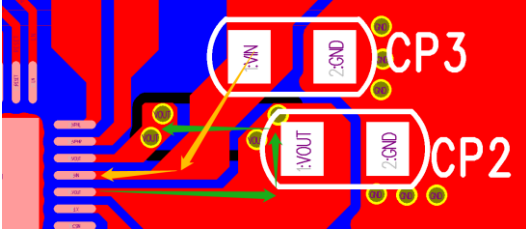
典型应用原理图部分元器件规格要求:

器件	线路网络位置	参数需求
C1	VIN 输入电容	10uF/±10%，耐压>15V
其他电容	其他位置电容	精度±10%，耐压≥10V
R6	电池端采样	精度 1%，低温漂
L1	LX 处升降压电感	1µH/±20% DCR<50mΩ@ICHG=1A DCR<100mΩ@ICHG=0.5A 饱和电流>5A@ICHG=1A 饱和电流>2.5A@ICHG=0.5A

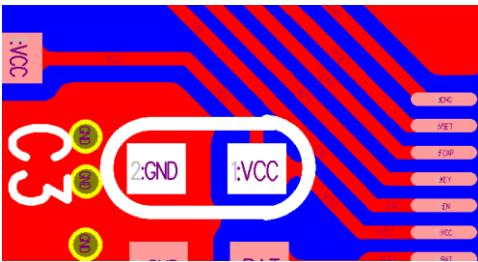


## 28.3 PCB Layout 注意事项

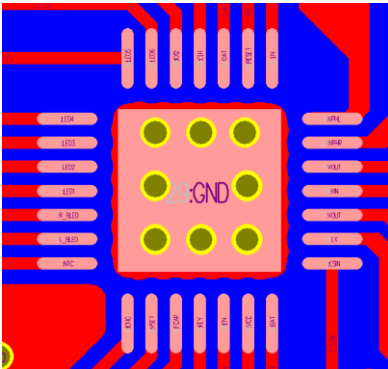
1、VIN 电容靠近 VIN 引脚放置，VOUT 电容需要靠近 VOUT 即第 17 PIN 放置：



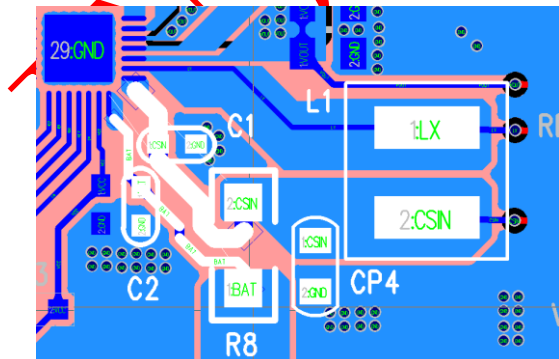
2、VCC 电容靠近引脚放置：



3、IC 底下禁止打非 GND 网络的过孔以及走线，EPAD 打过孔接到 GND：



4、CSIN 与 BAT 引脚是对差分电流采样信号线，所以需单独走线到  $10\text{m}\Omega$  电阻内侧两端，走线应尽可能短，且要走差分形式，减小 PCB 阻抗的引入，两个  $100\text{nF}$  电容靠近引脚放置。接到 CSIN PIN 的引线需特别加粗至少  $30\text{mil}$ ，而且不能与通往电感一端的功率路径重叠。





## 30 IC 丝印说明



说明:


- 1、  —英集芯标志
- 2、 IP5529 —产品批号
- 3、 XXXXXXXX —生产批号
- 4、 ○ —PIN1脚的位置标识

图17 IP5529 IC 丝印说明

## 31 责任及版权声明

深圳英集芯科技股份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。

深圳英集芯科技股份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，但他们将自行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。