

## 概述

BP6601 是一款采用 32 位内核的面向电机控制应用的专用处理器，集成了常用电机控制系统所需的所有模块：

### ● 性能

- 96MHz 32位RISC内核
- 集成自主指令集电机控制专用DSP
- 超低功耗睡眠模式，低功耗休眠电流10uA
- 工业级工作温度范围
- 超强抗静电和群脉冲能力

### ● 时钟

- 内置4MHz高精度RC时钟，-40~105°C范围内精度在±1%之内
- 内置低速32KHz 低速时钟，供低功耗模式使用
- 可外挂4MHz外部晶振
- 内部PLL可提供最高96MHz时钟

### ● 外设模块

- 1路UART
- 2个通用16位Timer，支持捕捉和边沿对齐PWM功能
- 2个通用32位Timer，支持捕捉和边沿对齐PWM功能；支持CW/CCW输入，脉冲+符号输入
- 电机控制专用PWM模块，支持6路PWM输出，独立死区控制
- Hall信号专用接口，支持测速、去抖功能
- 硬件看门狗

### ● 存储器

- 32K Flash，带加密功能
- 8K RAM

### ● 工作范围

- 2.2V~5.5V电源供电，内部集成1个LDO，为数字电路供电
- 工作环境温度范围: -40~105°C

### ● 模拟模块

- 集成1路12bit SAR ADC，同步双采样，3MHz采样率，支持5个GPIO口的ADC通道和2个运放输出的ADC通道
- 集成2路运算放大器，可设置为差分PGA模式
- 集成两路比较器，可设置滞回模式
- 集成12bit DAC 数模转换器
- 内置±2°C温度传感器
- 内置高精度电压基准源
- 内置1路低功耗LDO和电源监测电路
- 集成高精度、低温飘高频RC时钟
- 集成晶体起振电路

## 主要优势

- 高可靠性、高集成度、最终产品体积小、节约BOM成本；
- 内部集成2路高速运放和两路比较器，可满足单电阻/双电阻电流采样拓扑架构的不同需求；
- 内部高速运放集成高压保护电路，可以允许高电压共模信号直接输入芯片，可以用较简单的电路拓扑实现

MOSFET电阻直接电流采样模式；

- 集成硬件MOSFET温度漂移补偿电路，确保电流采样精度；
- 应用技术使ADC和高速运放达到优秀配合，可处理更宽的电流动态范围，同时兼顾高速小电流和低速大电流的

采样精度；

- 整体控制电路简洁高效，抗干扰能力强，稳定可靠；
- 单电源2.2V~5.5V供电，确保了系统供电的通用性。

适用于有感 BLDC/无感 BLDC/有感 FOC/无感 FOC 及两相步进电机等控制系统。

## 订购信息

产品名称	封装	温度范围	包装信息	印章
BP6601	SSOP24	-40 °C to 105 °C	编带 4,000 颗/盘	BP6601 XXXXXY XY

**内部系统框图**

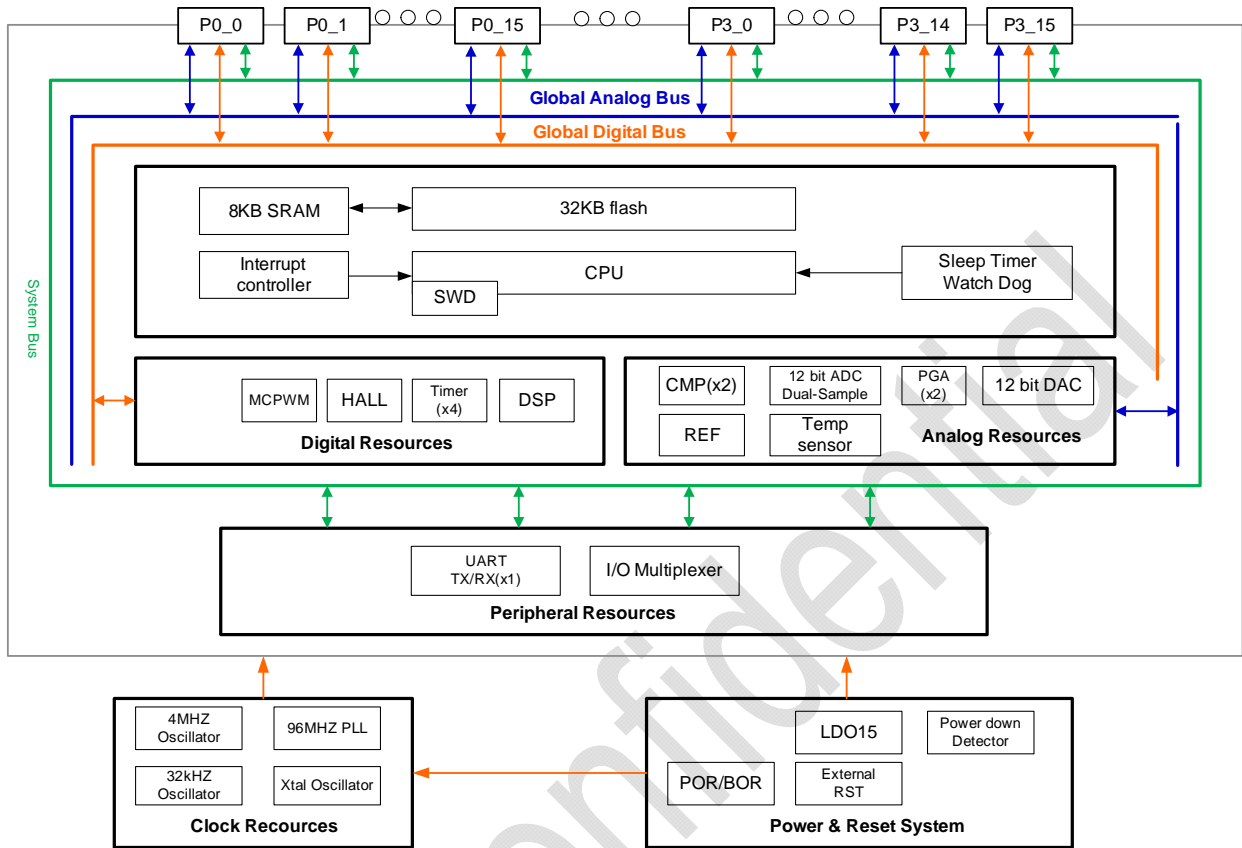
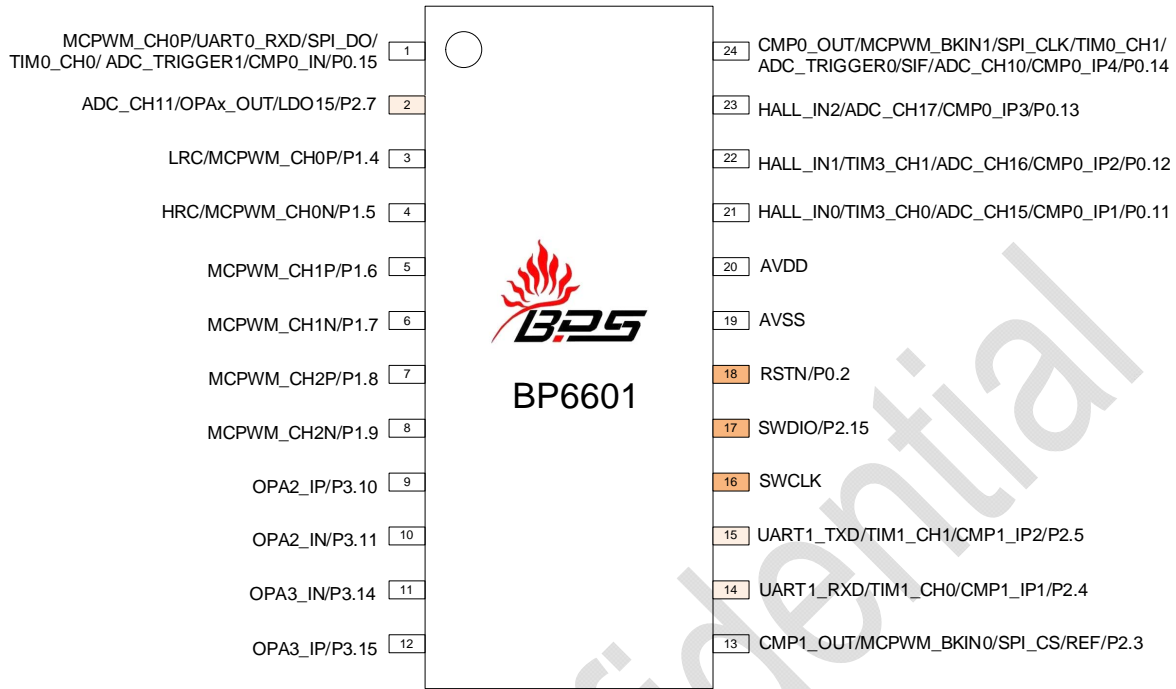


图 1 内部框图

**管脚分布图**



图中带颜色的 PIN 脚内置上拉至 AVDD 的电阻，其中 RSTN 脚内置 100k 固定的上拉电阻，SWDIO/SWCLK 内置 10k 固定的上拉电阻，其余带颜色的 PIN 脚内置 10k 可软件开启的上拉电阻

图 2 引脚定义

**管脚说明**

编号	名称	类型	功能说明
1	MCPWM_CH0P/UART0_RXD/SPI_DO/TIM0_CH0/ADC_TRIGGER1/CMP0_IN/P0.15	输入/输出	电机 PWM 通道 0 高边/串口 0 RXD/SPI 数据输出/Timer0 通道 0/ADC 触发信号 1/比较器 0 反相端输入/P0.15
2	ADC_CH11/OPAx_OUT/LDO15/P2.7	输入/输出	ADC 通道 11/OPAx 输出/LDO15 输出/P2.7, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻
3	LRC/MCPWM_CH0P/P1.4	输入/输出	32kHz RC 时钟输出/电机 PWM 通道 0 高边/P1.4
4	HRC/MCPWM_CH0N/P1.5	输入/输出	4MHz RC 时钟输出/电机 PWM 通道 0 低边/P1.5
5	MCPWM_CH1P/P1.6	输入/输出	电机 PWM 通道 1 高边/P1.6
6	MCPWM_CH1N/P1.7	输入/输出	电机 PWM 通道 1 低边/P1.7
7	MCPWM_CH2P/P1.8	输入/输出	电机 PWM 通道 2 高边/P1.8
8	MCPWM_CH2N/P1.9	输入/输出	电机 PWM 通道 2 低边/P1.9
9	OPA2_IP/P3.10	输入/输出	运放 2 同相端输入/P3.10

编号	名称	类型	功能说明
10	OPA2_IN/P3.11	输入/输出	运放 2 反相端输入/P3.11
11	OPA3_IN/P3.14	输入/输出	运放 3 反相端输入/P3.14
12	OPA3_IP/P3.15	输入/输出	运放 3 同相端输入/P3.15
13	CMP1_OUT/MCPWM_BKIN0/SPI_CS/REF/P2.3	输入/输出	比较器 1 输出/电机 PWM 终止信号 0/SPI 片选信号/电压参考信号/P2.3
14	UART1_RXD/TIM1_CH0/CMP1_IP1/P2.4	输入/输出	串口 1 RXD/Timer1 通道 0/比较器 1 同相端输入通道 1/P2.4, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻
15	UART1_TXD/TIM1_CH1/ CMP1_IP2/P2.5	输入/输出	串口 1 TXD/Timer1 通道 1/比较器 1 同相端输入通道 2/P2.5, 内置可软件开启的 10k 上拉电阻
16	SWCLK	输入	SWD 时钟, 内置固定上拉的 10k
17	SWDIO/P2.15	输入/输出	SWD 数据/P2.15, 内置固定上拉的 10k 电阻 其中 SWD 数据 IO 与 P2.15 是通过封装直接连接到芯片同一个引脚, 在使用中需要注意 P2.15 的输入输出使能开启时间, 以免上电即开启 P2.15 导致芯片无法进行 SWD 访问, 从而影响调试下载。
18	RSTN/P0.2	输入/输出	RSTN/P0.2, 默认作为 RSTN 使用, 外部接一个 10nF~100nF 的电容到地即可, 内部有 100k 上拉电阻。建议 PCB 上在 RSTN 和 AVDD 之间放一个 10k~20k 的上拉电阻, 外部有上拉电阻的情况, RSTN 的电容固定为 100nF。
19	AVSS	地	系统地
20	AVDD	电源	芯片电源输入, 电压范围 2.2~5.5V。片外在靠近 AVDD 管脚的地方接一个 $\geq 1\mu\text{F}$ 的去耦电容
21	HALL_IN0/TIM3_CH0/ADC_CH15/CMP0_IP1/P0.11	输入/输出	Hall 传感器 A 相输入/Timer3 通道 0/ADC 通道 15/比较器 0 同相端输入通道 1/P0.11
22	HALL_IN1/TIM3_CH1/ADC_CH16/CMP0_IP2/P0.12	输入/输出	Hall 传感器 B 相输入/Timer3 通道 1/ADC 通道 16/比较器 0 同相端输入通道 2/P0.12
23	HALL_IN2/ADC_CH17/CMP0_IP3/P0.13	输入/输出	Hall 传感器 C 相输入/ADC 通道 17/比较器 0 同相端输入通道 3/P0.13
24	CMP0_OUT/MCPWM_BKIN1/SPI_CLK/TIM0_CH1/ADC_TRIGGER0/SIF/ADC_CH10/CMP0_IP4/P0.14	输入/输出	比较器 0 输出/电机 PWM 终止信号 1/SPI 时钟/Timer0 通道 1/ADC 触发信号 0/一线通/ADC 通道 10/比较器 0 同相端输入通道 4/P0.14

**管脚功能选择**

表 1

Port	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AFE
P0.0												ADC_CH4, DAC_OUT
P0.1												ADC_CH6
P0.2												
P0.3						SCL		TIM2_CH0				ADC_CH7
P0.4						SDA		TIM2_CH1				ADC_CH8
P0.5												ADC_CH9
P0.6				UART1_RXD			TIM1_CH0					
P0.7				UART1_TXD			TIM1_CH1					
P0.8												
P0.9						SCL		TIM2_CH0				
P0.10						SDA		TIM2_CH1				
P0.11		HALL_IN0						TIM3_CH0				ADC_CH15/CMP0_IP1
P0.12		HALL_IN1						TIM3_CH1				ADC_CH16/CMP0_IP2
P0.13		HALL_IN2										ADC_CH17/CMP0_IP3
P0.14	CMP0_OUT		MCPWM_BKIN1		SPI_CLK		TIM0_CH1		ADC_TRIGGER0		SIF	ADC_CH10/CMP0_IP4
P0.15			MCPWM_CH0P	UART0_RXD	SPI_DO		TIM0_CH0		ADC_TRIGGER1			CMP0_IN

表 2

Port	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AFE
P1.0			MCPWM_CH0N	UART0_TXD	SPI_DI							
P1.1					SPI_CS							
P1.2								TIM3_CH0				
P1.3								TIM3_CH1				ADC_CH5
P1.4	LRC		MCPWM_CH0P									
P1.5	HRC		MCPWM_CH0N									
P1.6			MCPWM_CH1P									
P1.7			MCPWM_CH1N									
P1.8			MCPWM_CH2P									
P1.9			MCPWM_CH2N									
P1.10			MCPWM_CH3P	UART0_RXD		SCL	TIM0_CH0		ADC_TRIGGER2			ADC_CH13
P1.11			MCPWM_CH3N	UART0_TXD		SDA	TIM0_CH1		ADC_TRIGGER3		SIF	
P1.12			MCPWM_BKIN0									
P1.13					SPI_CLK		TIM0_CH0					
P1.14					SPI_DO		TIM0_CH1					
P1.15					SPI_DI			TIM2_CH0				

表 3

Port	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AFE
P2.0					SPI_CS			TIM2_CH1				
P2.1					SPI_CLK							ADC_CH14/ CMP1_IP0
P2.2												CMP1_IN
P2.3	CMP1_OUT		MCPWM_BKIN0		SPI_CS							REF
P2.4		HALL_IN0	MCPWM_CH2P	UART1_RXD			TIM1_CH0		ADC_TRIGGER3			CMP1_IP1
P2.5		HALL_IN1	MCPWM_CH2N	UART1_TXD			TIM1_CH1		ADC_TRIGGER0			CMP1_IP2
P2.6		HALL_IN2	MCPWM_CH3P					TIM3_CH0	ADC_TRIGGER1		SIF	CMP1_IP3
P2.7												ADC_CH11/ OPAx_OUT/ LDO15
P2.8				UART1_RXD				TIM3_CH0				OSC_IN
P2.9					SPI_DI	SCL						ADC_CH12/ CMP0_IP0
P2.10					SPI_DO	SDA						
P2.11			MCPWM_CH1P					TIM2_CH0				
P2.12			MCPWM_CH1N					TIM2_CH1	ADC_TRIGGER2			
P2.13			MCPWM_CH3N					TIM3_CH1				
P2.14						SCL						
P2.15						SDA						

表 4

Port	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AFE
P3.0												
P3.1												
P3.2												
P3.3												
P3.4												
P3.5												
P3.6												
P3.7												
P3.8												
P3.9				UART1_TXD				TIM3_CH1				OSC_OUT
P3.10												OPA2_IP
P3.11												OPA2_IN
P3.12												
P3.13												
P3.14												OPA3_IN
P3.15												OPA3_IP

**极限参数 (注 1)**

参数	描述	范围	单位
电源电压	相对于地	-0.3~+7.0	V
VIN	GPIO信号输入电压范围	-0.3~+7.0	V
IINJ_PAD	单个GPIO最大注入电流	-10~+10	mA
IINJ_SUM	所有GPIO最大注入电流	-50~+50	mA
工作温度		-40~+105	°C
存储温度		-40~+125	°C
结温	最大值	150	°C
引脚温度	焊接, 10秒, 最大值	300	°C

注 1: 最大极限值是指超出该工作范围, 芯片可能损坏。

**ESD/Latch-up 参数**

项目	条件	最小值	最大值	单位
ESD测试(HBM)		-6000	6000	V
ESD 测试(MM)		-600	600	V
ESD 测试(CDM)		-1200	1200	V
Latch-up 电流(85°C)		-200	200	mA

**IO DC 参数(VDD=5V)**

符号	描述	条件	最小值	最大值	单位
VINH	数字IO输入高电压		0.65*VDD	-	V
VINL	数字 IO 输入低电压		-	0.35*VDD	V
VHYS	施密特迟滞范围		0.1*VDD	-	V
IiH	数字 IO 输入高电压, 电流消耗		-	1	uA
IiL	数字 IO 输入低电压, 电流消耗		-1	-	uA
VOH	数字 IO 输出高电压	最大驱动电流 12mA	0.8*VDD	-	V
VOL	数字 IO 输出低电压	最大驱动电流 12mA	-	0.1*VDD	V
Rpup	上拉电阻大小		10	12	Kohm
CIN	数字 IO 输入电容		-	10	pF



**模拟性能参数**

参数	条件	最小	典型	最大	单位
<b>芯片</b>					
工作电源		2.2	5	6	V
<b>ADC</b>					
工作电源		2.8	5	5.5	V
输出码率	$f_{adc}/16$	-	3	-	MHz
差分输入信号范围	Gain=1时; REF=2.4V	-REF	-	+REF	V
	Gain=2/3时; REF=2.4V	-3.6	-	+3.6	V
单端输入信号范围	受限于IO口输入电压限制	-0.3	-	AVDD+0.3	V
直流失调 (offset)	可校正	-	5	10	mV
有效位数(ENOB)		10.5	11	-	bit
INL		-	2	3	LSB
DNL		-	1	2	LSB
SNR		63	66	-	dB
输入电阻		500	-	-	Kohm
输入电容		-	10	-	pF
<b>基准电压(REF)</b>					
工作电源		2.2	5	5.5	V
输出偏差		-9	-	9	mV
电源抑制比		-	70	-	dB
温度系数		-	20	-	Ppm/°C
输出电压		-	1.2	-	V
<b>DAC12</b>					
工作电源		2.2	5	5.5	V
负载电阻	输出BUFFER开启	5	-	-	Kohm
负载电容		-	-	50	pF
输出电压范围		0.05	-	AVDD-0.1	V
转换速度		-	-	1	MHz
DNL		-	1	2	LSB
INL		-	2	4	LSB
OFFSET		-	5	10	mV
SNR		57	60	66	dB
<b>运放(OPA)</b>					
工作电源		2.8	5	5.5	V
带宽		-	10	20	MHz

参数	条件	Min	Typ.	Max.	unit
负载电阻		20	-	-	Kohm
负载电容		-	-	5	pF
输入共模范围		0	-	AVDD	V
输出信号范围	最小负载电阻下	0.1	-	AVDD-0.1	V
OFFSET		-	5	10	mV
共模抑制(CMRR)		-	80	-	dB
电源抑制(PSRR)		-	80	-	dB
负载电流		-	-	500	uA
摆率(Slew rate)		-	5	-	V/us
相位裕度		-	60	-	度
<b>比较器(CMP)</b>					
工作电源		2.8	5	5.5	V
输入信号范围		0	-	AVDD	V
OFFSET		-	5	10	mV
传输延时	默认功耗	-	0.15	-	us
	低功耗	-	0.6	-	us
回差	HYS=" 0"	-	20	-	mV
	HYS=" 1"	-	0	-	mV

模拟寄存器表说明:

地址0x40000040~0x40000050是各个模块的校正寄存器，这些寄存器在出厂之前都会填上各自的校正值。一般情况下用户不要去配置或改变这些值。如果需要对模拟参数进行微调，需要读取原校正值，并以此为基础进行微调。

地址 0x40000020~0x4000003c 是开放给用户的寄存器，其中空白部分的寄存器必须全部配置为 0（芯片上电后会被复位为 0）。其他寄存器根据应用场合需要进行配置。

## 电源管理系统

电源管理系统由LDO15模块、电源检测模块（PVD）、上电/掉电复位模块（POR）组成。

该芯片由2.2~5.5V单电源供电，以节省芯片外的电源成本。芯片内部集成一路LDO15给内部所有数字电路、PLL模块供电。

LDO上电后自动开启，无需软件配置，但LDO输出电压可通过软件实现微调。

LDO15的输出电压可通过设置寄存器LDO15TRIM<2:0>来调节，具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。LDO15在芯片出厂前已经过校正，一般情况下，用户不需要额外配置这些寄存器。如需微调LDO的输出电压，需要读取原配置值，在此基础上微调量对应的配置值填入寄存器。

POR模块监测LDO15的电压，在LDO15电压低于1.1V时（例如上电之初，或者掉电之时），为数字电路提供复位信号以避免数字电路工作产生异常。

PVD 模块对 5V 输入电源进行检测，如低于某一设定阈值，则产生报警（中断）信号以提醒 MCU。中断提醒阈值可通过寄存器 PVDSEL<1:0>设置为不同的电压。PVD 模块可通过设置 PD\_PDT=' 1' 关闭。具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

## 时钟系统

时钟系统包括内部32KHz RC时钟、内部4MHz RC时钟、外部4MHz晶体起振电路、PLL电路组成。

32K RC时钟作为MCU系统慢时钟使用，作为诸如滤波模块或者低功耗状态下的MCU时钟使用。4MHz RC时钟作为MCU主时钟使用，配合PLL可提供最高到96MHz的时钟。外部4MHz晶体起振电路作为备份时钟使用。

32k和4M RC时钟均带有出厂校正，可在常温下实现32K RC时钟 $\pm 5\%$ 的精度，4M RC时钟 $\pm 1\%$ 的精度。其中4M RC时钟还开放有用户校正寄存器，可进一步将精度校正到 $\pm 0.5\%$ 范围。32K RC时钟在 $-40\sim 105^{\circ}\text{C}$ 范围内的精度为 $\pm 20\%$ ，4M RC时钟在该温度范围的精度为 $\pm 1\%$ 。

32K RC时钟频率可通过寄存器RCLTRIM<3:0>进行设置，4M RC时钟频率可通过寄存器RCHTRIM<5:0>进行设置，具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

芯片出厂前时钟已经过校正，一般情况下，用户不需要额外配置这些寄存器。如需微调频率，需要读取原配置值，在此基础上微调量对应的配置值填入寄存器。

4M RC时钟通过设置RCHPD='0' 打开（默认打开，设'1' 关闭），RC时钟需要Bandgap电压基准源模块提供基准电压和电流，因此开启RC时钟需要先开启BGP模块。芯片上电的默认状态下，4M RC时钟和BGP模块都是开启的。32K RC时钟是始终开启的，不能关闭。

PLL对4M RC时钟进行倍频，以提供给MCU、ADC等模块更高速的时钟。MCU和PWM模块的最高时钟为96MHz，ADC模块典型工作时钟为48MHz，通过寄存器ADCLKSEL<1:0>可设置为不同的ADC工作频率。

PLL通过设置PLLPDN='1' 打开（默认关闭，设1打开），开启PLL模块之前，同样也需要开启Bandgap模块。开启PLL之后，PLL需要6us的稳定时间来输出稳定时钟。芯片上电的默认状态下，RCH时钟和BGP模块都是开启的，但PLL默认是关闭的，需要软件来开启。

## 基准电压源

该基准源为ADC、DAC、RC时钟、PLL、温度传感器、运算放大器、比较器和FLASH提供基准电压和电流，使用上述任何一个模块之前，都需要开启BGP基准电压源。

芯片上电的默认状态下，BGP模块是开启的。基准源通过设置BGPPD = '0' 打开，从关闭到开启，BGP需要约2us 达到稳定。BGP输出电压约1.2V，精度为±0.8%

基准源可通过设置 REF\_AD\_EN = '1' ，将基准电压送至 IO P2.3 进行测量。

## ADC 模块

芯片内部集成1路同步双采样的SAR结构ADC，芯片上电的默认状态下，ADC模块是关闭的。ADC开启前，需要先开启BGP和4M RC时钟和PLL模块，并选择ADC工作频率。默认配置下ADC工作时钟是48M，对应3MHz的转换数据率。

同步双采样电路可在同一时刻对两路输入信号进行采样，采样完成之后ADC按先后顺序将这两路信号进行转换，并写入相应的数据寄存器中。

ADC完成一次转换需要16个ADC时钟周期，其中13个为转换周期，3个为采样周期。即 $f_{conv}=f_{adc}/16$ 。在ADC时钟设为48M时，转换速率是3MHz。

ADC在降频应用时，可通过寄存器CURRIT<1:0>降低ADC的功耗水平。

ADC可工作在如下模式：单次单通道触发、连续单通道、单次1~20通道扫描、连续1~20通道扫描。每路ADC都有20组独立寄存器对应每一个通道。

ADC触发事件可以来自外部的定时器信号T0、T1、T2、T3发生到预设次数，或者为软件触发。

20个通道里最后一个通道用来测量ADC自身的offset，将其保存在通道寄存器中，其他通道的ADC值都已自动减去该offset。在芯片上电之初，应由MCU发起offset校正信号，校正控制模块将ADC通道设置为通道1，并将值储存在通道寄存器中。如果客户对offset要求较高，可定期（例如一小时/一天）在ADC空闲时将offset校正一次。

在GAIN\_REF=0时，基准电压源为2.4V。ADC带有两种增益模式，通过GAIN\_SHAx进行设置，对应1倍和2/3倍增益。1倍增益对应±2.4V的输入信号，2/3倍增益对应±3.6V的输入信号幅度。在测量运放的输出信号时，根据运放可能输出的最大信号来选择具体的ADC增益。

在GAIN\_REF=1时，基准电压源为1.2V，在3.3V供电系统中，需要将GAIN\_REF设置为'1'，详细信息请参考User manual。ADC带有两种增益模式，通过GAIN\_SHAx进行设置，对应1倍和1/3倍增益。1倍增益对应±1.2V的输入信号，1/3倍增益对应±3.6V的输入信号幅度。在测量运放的输出信号时，根据运放可能输出的最大信号来选择具体的ADC增益。

## 运算放大器

2路输入输出rail-to-rail运算放大器，内置反馈电阻R2/R1，外部引脚上还需接一个电阻R0到信号源。反馈电阻R2:R1的阻值可通过寄存器RES\_OPA0<1:0>设置，以实现不同的放大倍数。具体寄存器所对应值见模拟寄存器表说明。

最终的放大倍数为 $R2/(R1+R0)$ ，其中R0是外部电阻的阻值，

对于MOS管电阻直接采样的应用，一般建议接>20kΩ的外部电阻，以减小MOS管关断时，往芯片引脚里流入的电流。

对于小电阻采样的应用，建议接100Ω的外部电阻。

放大器可通过设置OPAOUT\_EN<2:0>选择将2路放大器中的某一路输出信号通过BUFFER送至P2.7IO口进行测量和应用（对应关系见datasheet芯片管脚说明）。因为有BUFFER存在，在运放正常工作模式下也可以选择送一路运放输出信号出来。

芯片上电的默认状态下，放大器模块是关闭的。放大器可通过设置OPAxPDN='1'打开，开启放大器之前，需要先开启BGP模块。

运放输入正负端内置限压二极管，电机相线通过一匹配电阻后直接接入输入端，从而简化了MOSFET电流采样的外置电路。

## 比较器

内置2路输入rail-to-rail比较器，比较器比较速度可编程、迟滞电压可编程、信号源可编程。

比较器的比较延时可通过寄存器IT\_CMP设置为0.15uS/0.6uS。迟滞电压通过CMP\_HYS设置为20mV/0mV。

比较器同相和反相两个输入端的信号来源都可通过寄存器CMP\_SELPA<2:0>和CMP\_SELNB<1:0>编程，详见寄存器模拟说明。

芯片上电的默认状态下，比较器模块是关闭的。比较器通过设置CMPxPDN='1'打开，开启比较器之前，需要先开启BGP模块。

## 温度传感器

芯片内置精度为±2°C的温度传感器。芯片出厂前会经温度校正，校正值保存在flash info区。

芯片上电的默认状态下，温度传感器模块是关闭的。开启传感器之前，需要先开启BGP模块。

温度传感器通过设置TMPPDN='1'打开，开启到稳定需要约2us，因此需在ADC测量传感器之前2us打开。

## DAC 模块

芯片内置一路12bit DAC，输出信号的最大量程可通过寄存器DAC\_GAIN<1:0>设置为1.2V/3V/4.85V。

12bit DAC可通过配置寄存器DACOUT\_EN=1，分别将DAC输出送至IO口P0.0，可驱动>5kΩ的负载电阻和50pF的负载电容。

DAC最大输出码率为1MHz。

芯片上电的默认状态下，DAC 模块是关闭的。DAC 可通过设置 DAC12BPDN =1 打开，开启 DAC 模块之前，需要先开启 BGP 模块。

## 处理器核心

- 集成32位Cortex-M0+DSP双核处理器
- 2线调试管脚
- 最高工作频率96MHz

## 存储资源

### Flash

- 内置 flash 包括 32kB/64kB 主存储区，1kB NVR 信息存储区
- 可反复擦除写入不低于 20 万次
- 室温 25°C数据保持长达 100 年
- 单字节编程时间最长 7.5us，Sector 擦除时间最长 5ms
- Sector 大小 512 字节，可按 Sector 擦除写入，支持运行时编程，擦写一个 Sector 的同时读取访问另一个 Sector
- Flash 数据防窃取（最后一个 word 须写入非 0xFFFFFFFF 的任意值）

### SRAM

- 内置 8kB SRAM



## 电机驱动专用 MCPWM

- MCPWM最高工作频率96MHz
- 支持最大4通道相位可调的互补PWM输出
- 每个通道死区宽度可独立配置
- 支持边沿对齐PWM模式
- 支持软件控制IO模式
- 支持IO极性控制功能
- 内部短路保护，避免因配置错误导致短路
- 外部短路保护，根据对外部信号的监控快速关断
- 内部产生ADC采样中断
- 采用加载寄存器预存定时器配置参数
- 可配置加载寄存器加载时刻和周期

## Timer

- 4路通用定时器,2路16bit位宽计时器, 2路32bit位宽计时器。
- 4路支持捕获模式, 用于测量外部信号宽度
- 4路支持比较模式, 用于产生边沿对齐PWM/定时中断

## Hall 传感器接口

- 内置最大1024级滤波
- 三路Hall信号输入
- 24位计数器, 提供溢出和捕获中断

## DSP

- 电机控制算法专用DSP, 自主指令集, 三级流水
- 最高工作频率96MHz
- 32/16位除法器10周期计算完成
- 32位硬件开方8周期计算完成
- Q15格式Cordic三角函数模块, sin/cos/artanc 8周期计算完成
- DSP配备独立的程序区和数据区, 可自主执行DSP程序, 亦可由CPU调用进行某项计算
- 支持中断暂停, 与CPU进行数据交互

## 通用外设

- 一路UART, 全双工工作, 支持7/8位数据位、1/2停止位、奇/偶/无校验模式, 带1字节发送缓存、1字节接收缓存, 支持Multi-drop Slave/Master模式, 波特率支持300~115200
- 硬件看门狗, 使用RC时钟驱动, 独立于系统高速时钟, 写入保护, 2/4/8/64秒复位间隔

封装尺寸 (SSOP24)

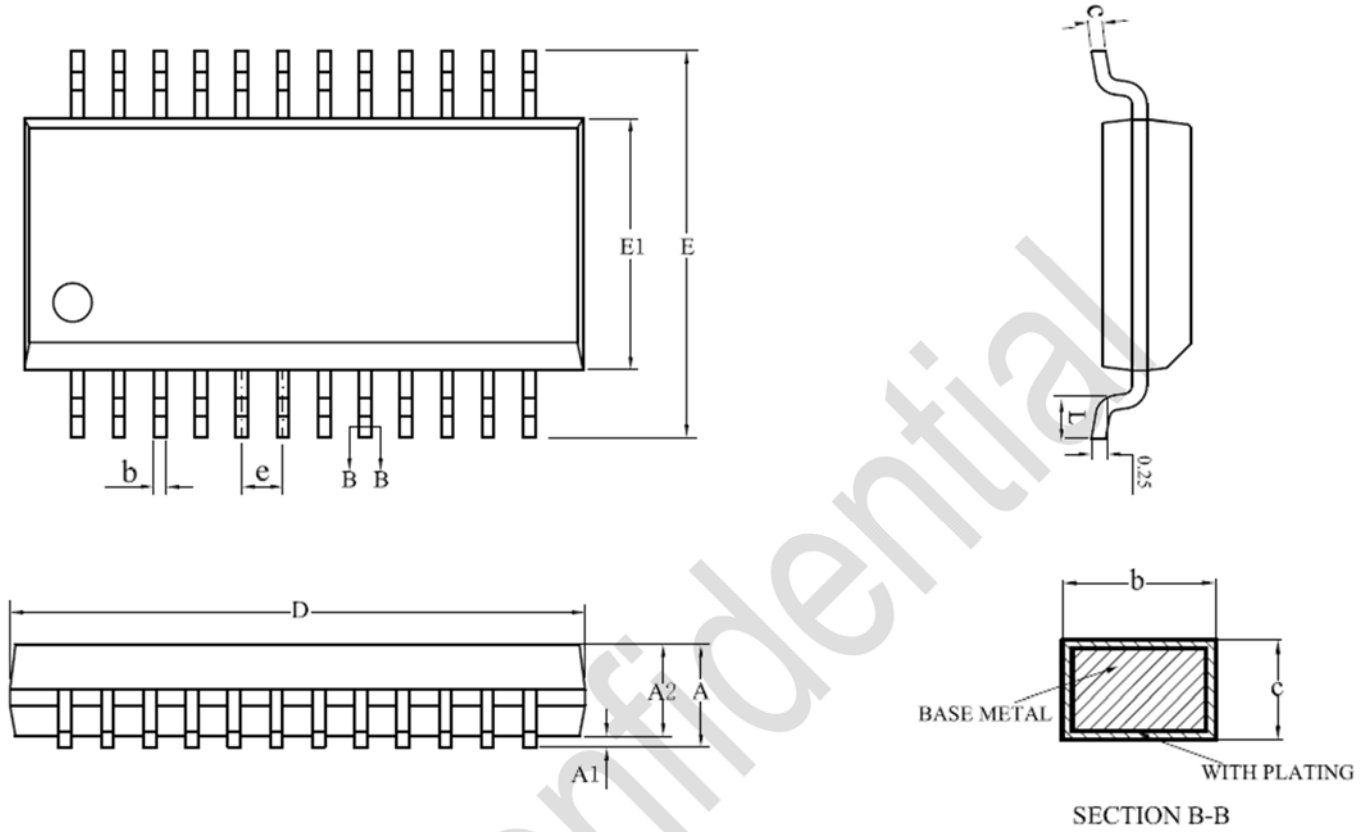


图 3 封装图示

表 5 封装尺寸

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.75
A1	0.10	-	0.25
A2	1.30	-	1.55
b	0.23	-	0.31
c	0.19	-	0.25
D	8.50	-	8.75
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	0.635BSC		
L	0.40	-	0.80

版本信息

版本	日期	记录
Rev. 0.9	2021/6	修改排版格式及字体, 修正引脚描述部分

## 免责声明

晶丰明源尽力确保本产品规格书内容的准确和可靠，但是保留在没有通知的情况下，修改规格书内容的权利。

本产品规格书未包含任何针对晶丰明源或第三方所有的知识产权的授权。针对本产品规格书所记载的信息，晶丰明源不做任何明示或暗示的保证，包括但不限于对规格书内容的准确性、商业上的适销性、特定目的的适用性或者不侵犯晶丰明源或任何第三人知识产权做任何明示或暗示保证，晶丰明源也不就因本规格书本身及其使用有关的偶然或必然损失承担任何责任。