



ZH521X 数据手册

Rev 1.0



<http://www.enpowermicro.com>

产品特征

- 电机控制专用 32 位 MCU，单周期乘法
- 工作电压范围:2.8V~5.5V
- MCU 最高工作主频 96Mhz
- 32K 字节 FLASH 存储器
- 4K 字节 RAM 存储器
- 集成 CORDIC 运算协处理和除法器
- 集成 EPWM（三路互补带死区、故障保护、PWM 移相）
- 集成 PWM 频率和占空比检测模块
- 集成正交编码检测 QEP 模块
- 集成 4 个 16bit 定时器和 1 个 32bit 定时器
- 1 个独立看门狗定时器
- 1 路主从模式 SPI
- 1 路主从模式 I2C
- 2 路 UART，支持 LIN 同步帧检测
- 32 个高速 GPIO，支持位操作
- 集成 3 路可编程增益运放
- 集成 3 路反电动势比较器
- 集成 1 路保护检测比较器
- 双通道同步、异步采样 ADC，同时采样两路电流
- 10 位数模转换器 DAC
- 集成高精度低温漂的高频 RC 时钟
- 集成 PLL，最高频率 96Mhz
- 集成温度传感器
- 集成低功耗 LDO 和电源监测电路
- ZH5212 集成 PN 预驱，工作电压最高可到 40V

目录

1. 功能描述.....	4
2. 结构框图.....	6
2.1. ZH5210.....	6
2.2. ZH5212.....	7
2.3. ZH5213.....	7
3. 管脚定义.....	8
3.1. 引脚分布图.....	8
3.1.1. ZH5210 (QFN40).....	8
3.1.2. ZH5213 (QFN48).....	9
3.1.3. ZH5212 (QFN40).....	10
3.2. ZH5210 (QFN40) 管脚描述.....	12
3.3. ZH5213 (QFN48) 管脚描述.....	16
3.4. ZH5212 (QFN40) 管脚描述.....	20
4. 存储器架构.....	25
4.1. EFLASH 存储器.....	26
4.2. 数据存储器.....	26
5. 功能概述.....	26
5.1. 系统配置.....	26
5.1.1. 系统时钟 SYSCLK.....	26
5.1.2. 电源管理 PMU.....	27
5.1.3. 复位 RESET.....	27
5.2. 中断控制 NVIC.....	28
5.3. 通用输入输出端口 GPIO.....	29
5.4. 定时器.....	29
5.4.1. 定时器 BASICTIMER.....	29
5.4.2. 定时器 TIMER0/1.....	30
5.4.3. 定时器 TIMER2.....	30
5.4.4. 定时器 RT.....	30
5.4.5. 看门狗 WDOG.....	31
5.5. 电机专用数字外设.....	31
5.5.1. 编码器检测器 EQEP.....	31
5.5.2. 脉冲宽度调制器 EPWM.....	32
5.5.3. 频率检测器 TF.....	32
5.5.4. PWM 占空比检测器 TD.....	32
5.5.5. 数学运算协处理器 MATH.....	32
5.6. 通信模块.....	33
5.6.1. 基础异步通讯收发器 BUART.....	33
5.6.2. 通用异步通信收发器 UART.....	33
5.6.3. I2C 串行通信收发器 I2C.....	33
5.6.4. 串行同步通信收发器 SPI.....	33
5.7. 模拟模块.....	34

5.7.1.	模拟比较器 ACMP0/1/2/3.....	34
5.7.2.	运算放大器 OPA0/1/2.....	34
5.7.3.	模数转换器 ADC.....	35
5.7.4.	数模转换器 DAC.....	35
5.8.	存储器 FLASH.....	35
6.	用户配置.....	36
7.	电气参数.....	36
7.1.	最大额定参数.....	36
7.2.	直流参数.....	36
7.3.	内部振荡器.....	38
7.4.	基准电压.....	39
7.5.	ADC.....	39
7.6.	ACMP.....	39
7.7.	OPA.....	40
7.8.	PN 预驱.....	40
8.	订购信息.....	41
9.	封装尺寸.....	41
9.1.	QFN40.....	41
9.2.	QFN48.....	43
10.	版本历史.....	44

1. 功能描述

- 工作电压:2.8V~5.5V
- 工作温度:-40℃~125℃
- 高速 32 位 MCU 核,最高工作频率:96Mhz
- 存储器:
 - 32K 字节 EFLASH
 - 4K 字节 SRAM
- PLL 可倍频到 96Mhz±1%
- 片内集成晶体振荡电路, 可以外接 8Mhz-16Mhz 的晶振
- 支持在线调试(Debug), 在线编程(ISP), 在应用编程(IAP)
- 1 个 PWM 频率检测 TF 模块
- 1 个 PWM 占空比检测 TD 模块, 占空比最高精度 0.2%, 支持检测 40hz~100khz 的 PWM
- 3 种通信接口:
 - 1 路基本 BUART
 - 1 路通用 UART, 带 9Bytes 缓冲, 支持 LIN 同步帧检测
 - 1 路主从模式 SPI
 - 1 路主从模式 I2C, 带 8Bytes 缓冲

- 支持外部复位，内置上电复位电路，低压复位电路
- 支持程序加密
- 32 个高速通用 GPIO，支持位操作
- 1 个 32 位基本定时器 BasicTimer
- 1 个 16 位低频时钟驱动的 RT 定时器
- 2 个 16 位高级定时器 Timer0、Timer1 支持计数，捕获，生成 PWM
- 1 个 16 位高级定时器 Timer2 支持计数，3 路捕获，生成 3 路不同占空比的 PWM
- 1 个单周期 32 位乘法器
- MATH 协处理器，支持除法、CORDIC 运算
- 1 路正交编码检测 QEP 模块
- 1 个 16 位 PWM 发生模块 支持输出 3 路互补 PWM，死区设置，硬件故障保护。 硬件支持单电阻采样 PWM 移相功能。
- 1 个 PWM 频率检测 TF 模块
- 1 个 PWM 占空比检测 TD 模块，占空比最高精度 0.2%，支持检测 40hz~100khz 的 PWM
- 1 个 12 位高精度模数转换器 ADC，最快转换时间为 1us 支持 8 路组转换，最多支持 14 路外部 ADC 通道。 支持同步/异步双通道采样两路电流。
- 3 个高性能模拟比较器 ACMP0/1/2，支持 3 相反电动势检测 内置中心点生成电路
- 1 个多功能高性能独立模拟比较器 ACMP3 输入信号可选择管脚、OPA、DAC 相关信号。
- 3 个高性能运算放大器 OPA 支持外置放大电路、内置放大电路、差分输入
- 1 个 10 位数模转换器 DAC
- 支持多种低功耗待机模式，最低待机电流小于 5uA
- ZH5212 集成 PN 预驱，工作电压最高可到 40V
- ZH5213 集成 NN 预驱，工作电压最高可到 100V
- 应用方向: 通用电机控制，伺服系统，风扇、水泵、压缩机，电动工具等

2. 结构框图

2.1. ZH5210

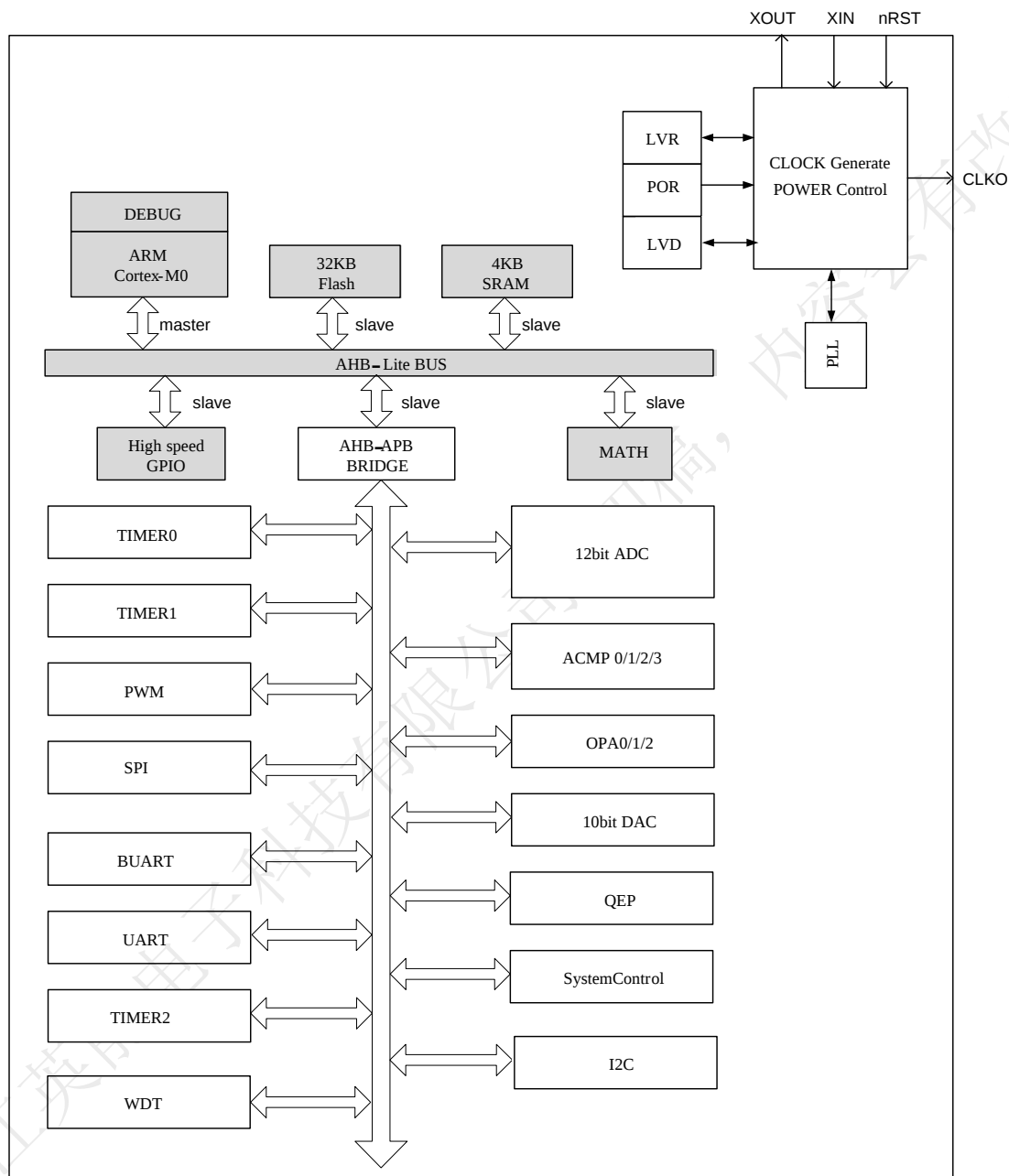


图 2-1 ZH5210 结构框图

2.2. ZH5212

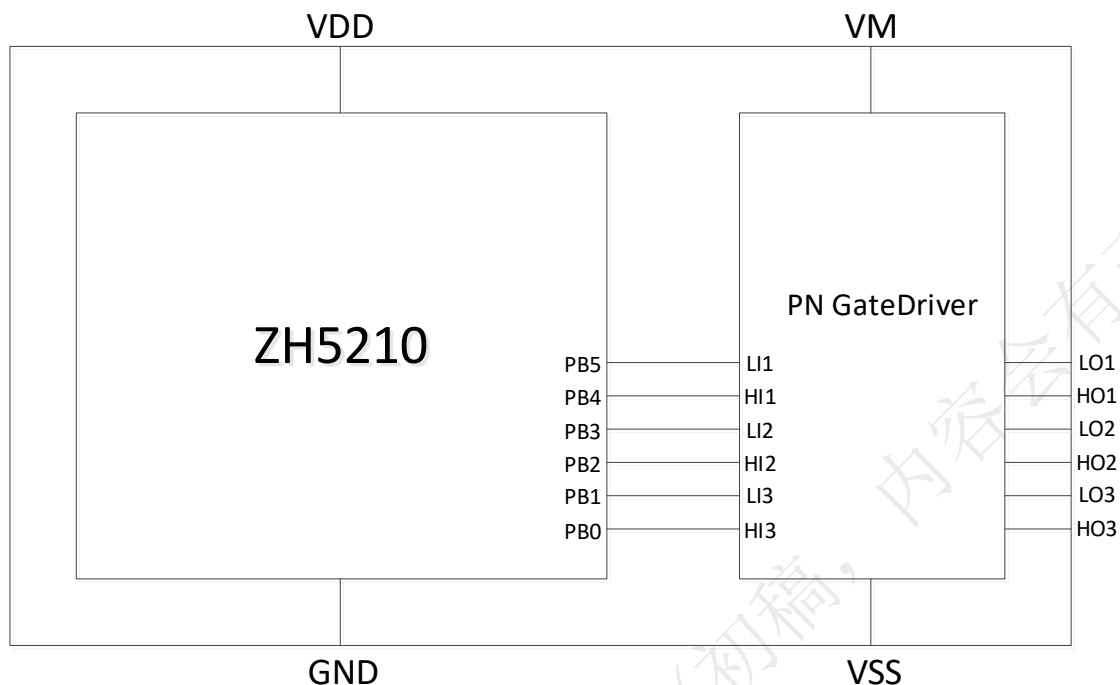


图 2-2 ZH5212 结构框图

2.3. ZH5213

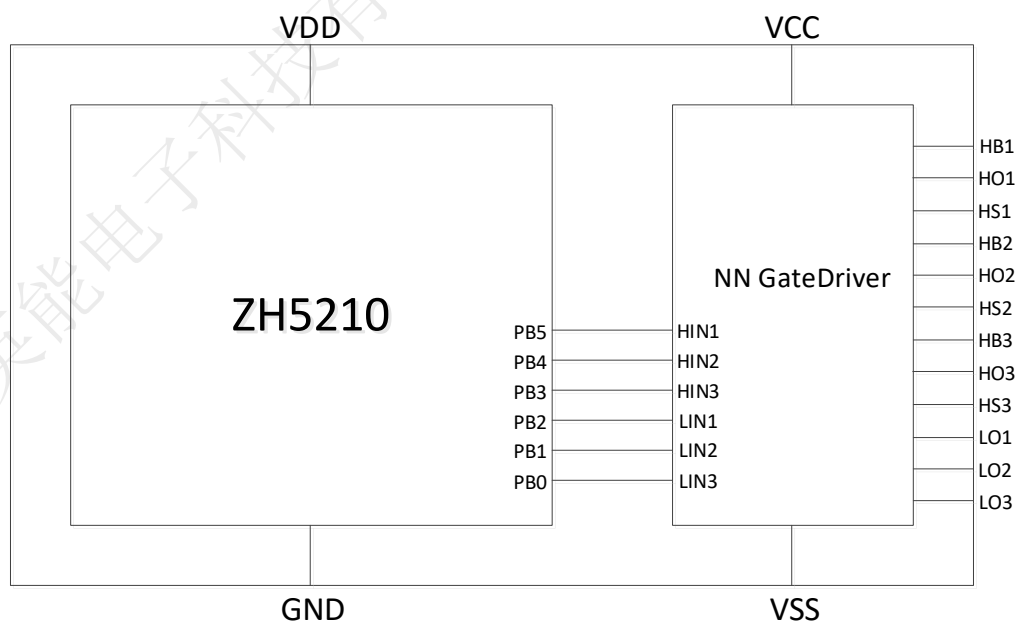


图 2-3 ZH5213 结构框图

3. 管脚定义

3.1. 引脚分布图

3.1.1. ZH5210(QFN40)

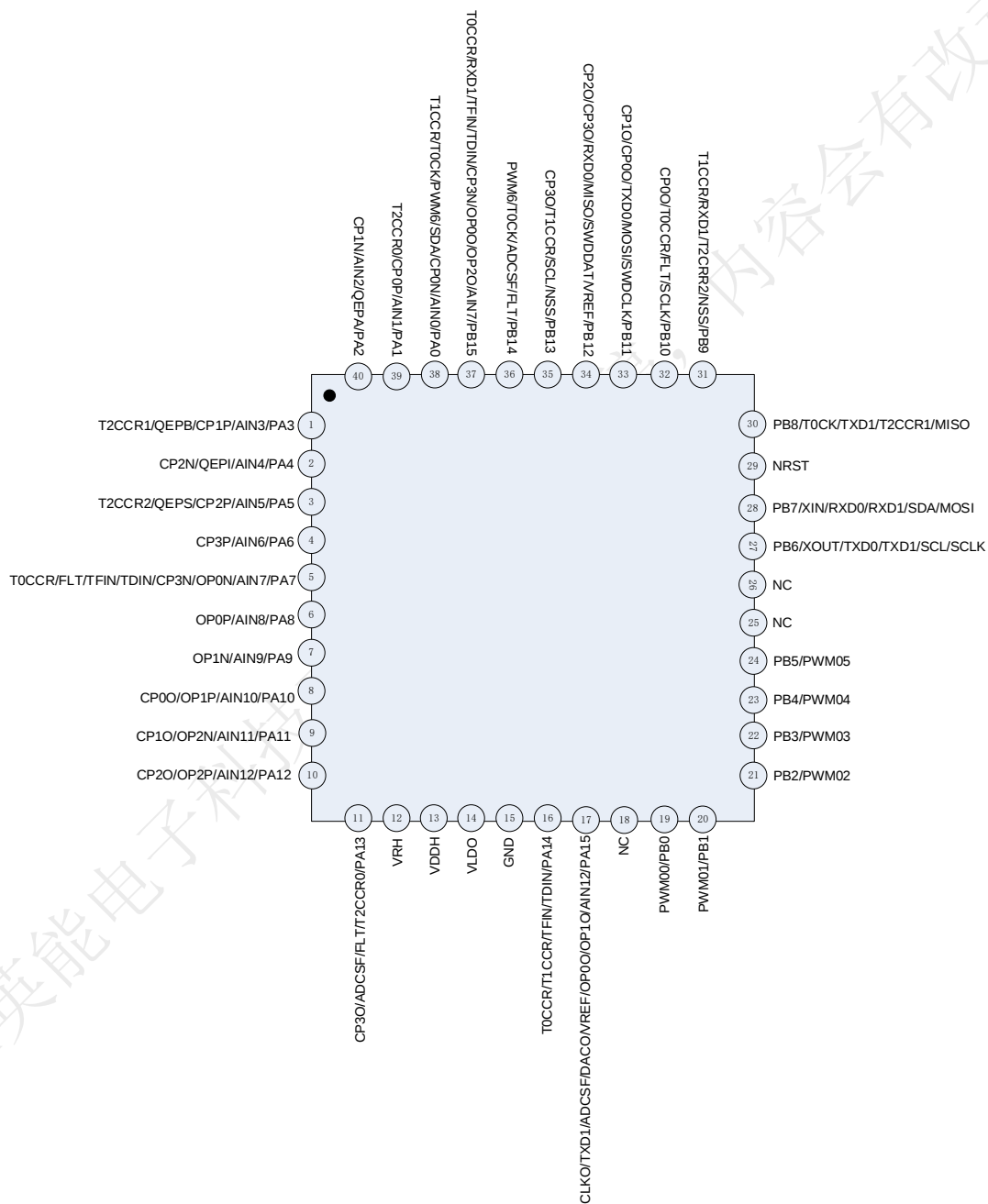


图 3-1-1 QFN48 引脚图

3.1.2. ZH5213(QFN48)

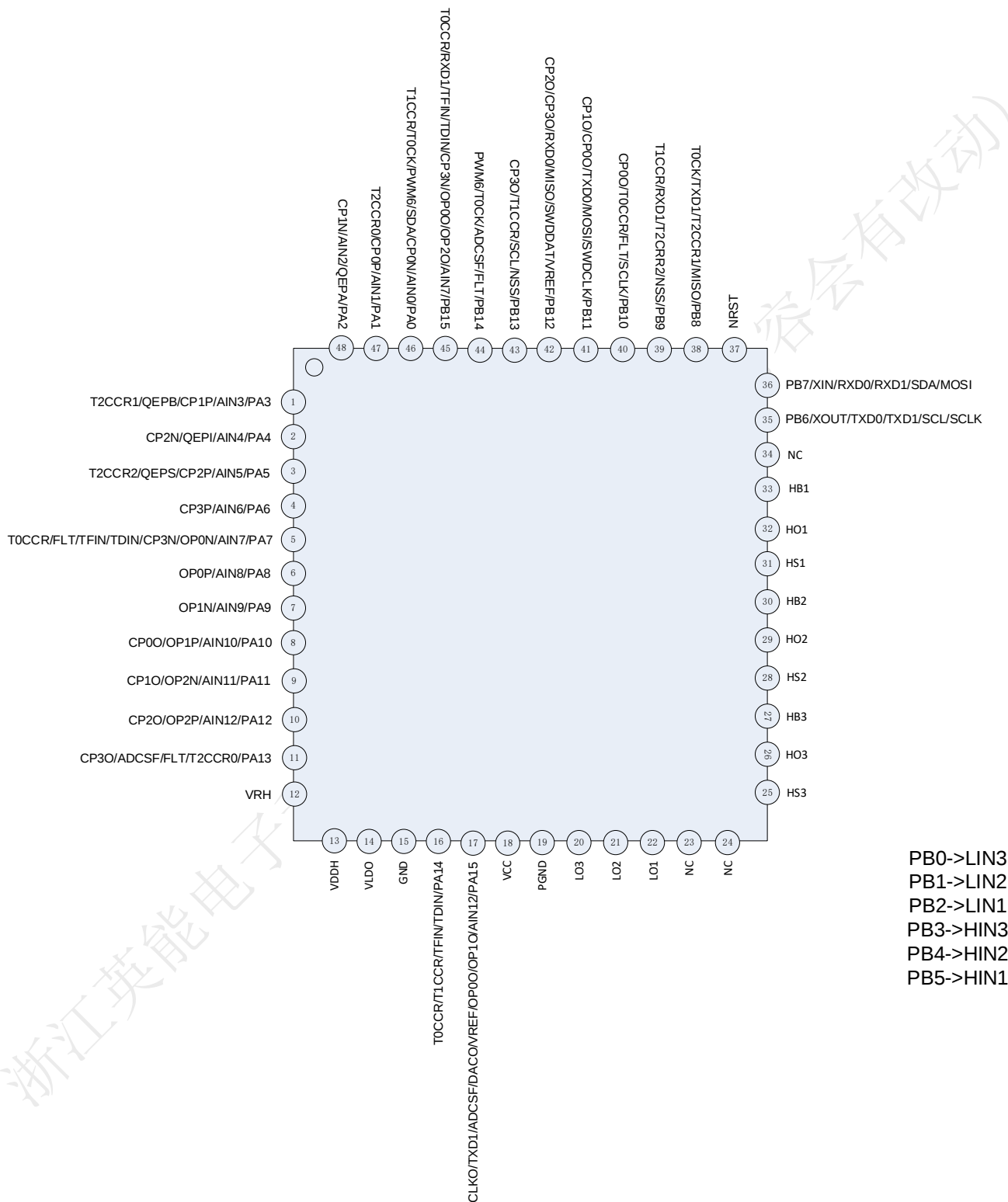


图 3-1-2 QFN48 引脚图

3.1.3. ZH5212(SSOP24)

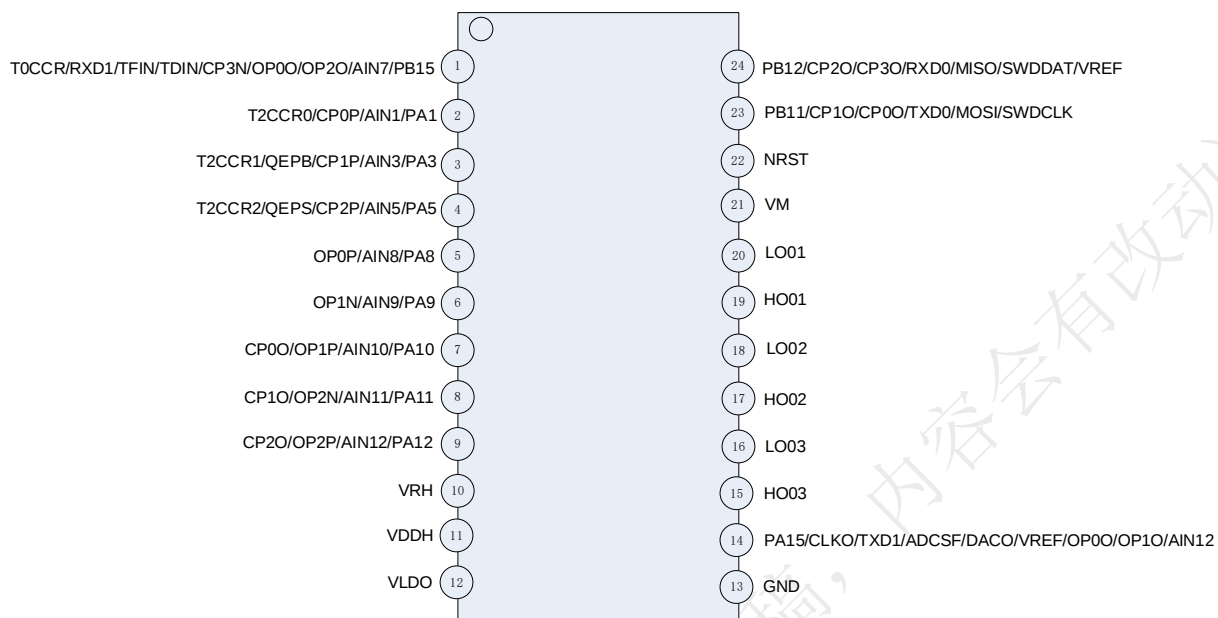


图 3-1-3 SSOP24 引脚图

3.1.4. ZH5212(QFN40)

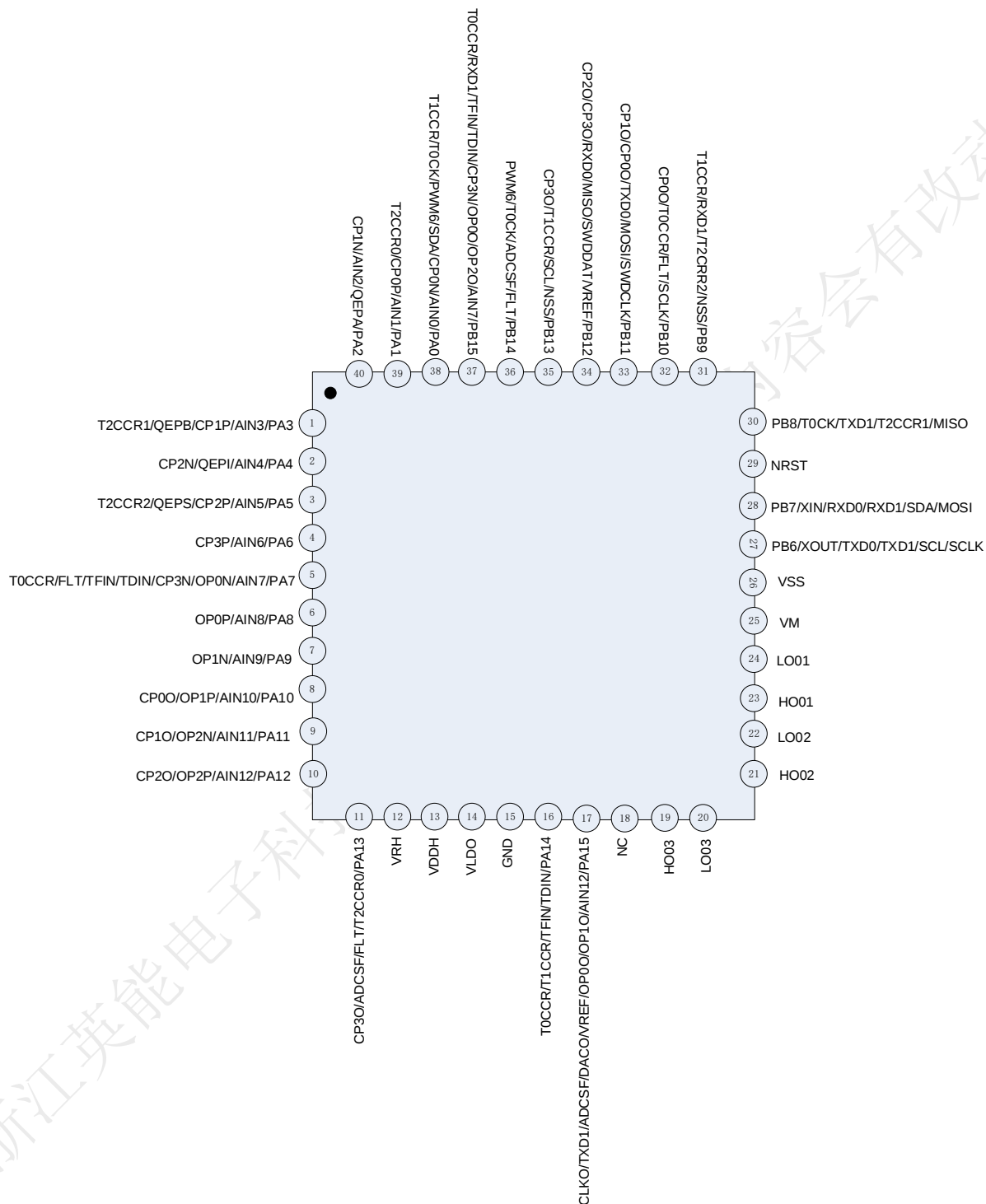


图 3-1-4 QFN40 引脚图

3.2. ZH5210(QFN40)管脚描述

管脚号	名称	类型	管脚描述
15	GND	PWR	MCU 供电地
14	VLDO	PWR	1.5v 数字电源，内部输出
13	VDD	PWR	MCU 供电电源
12	VRH	PWR	内部参考电压
29	NRST	I	带上拉的外部复位脚
38	PA0	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	PWM06	O	PWM06 输出
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	AIN0	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
39	PA1	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR0	I	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
	AIN1	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
40	PA2	I/O	数字输入输出端口
	QEPA	I	正交编码输入
	AIN2	AI2	ADC AIN2 模拟输入
	CP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
1	PA3	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	QEPB	I	正交编码输入
	AIN3	AI2	ADC AIN3 模拟输入
	CP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
2	PA4	I/O	数字输入输出端口
	QEPI	I	正交编码输入
	AIN4	AI2	ADC AIN4 模拟输入
	CP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
3	PA5	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
	QEPS	I	正交编码输入
	AIN5	AI2	ADC AIN5 模拟输入
	CP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
4	PA6	I/O	数字输入输出端口
	AIN6	AI2	ADC AIN6 模拟输入
	CP3P	AI1	ACMP3 正端模拟输入

管脚号	名称	类型	管脚描述
5	PA7	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	OP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
6	PA8	I/O	数字输入输出端口
	AIN8	AI2	ADC AIN8 模拟输入
	OP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
7	PA9	I/O	数字输入输出端口
	AIN9	AI2	ADC AIN9 模拟输入
	OP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
8	PA10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出信号
	AIN10	AI2	ADC AIN10 模拟输入
	OP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
9	PA11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出信号
	AIN11	AI2	ADC AIN11 模拟输入
	OP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
10	PA12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	OP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
11	PA13	I/O	数字输入输出端口
	CP3O	O	ACMP3 输出信号
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	T2CCR0	I/O	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
16	PA14	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
17	PA15	I/O	数字输入输出端口
	CLKO	O	测试时钟输出
	TXD1	O	UART TXD 输出
	ADCSF	O	ADC 采样信号

管脚号	名称	类型	管脚描述
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	AMUX1	AI1	DACO\VBG\VREF2.5\VREF4\OP00\ OP10
19	PB0	I/O	数字输入输出端口
	PWM0	O	PWM0 输出或捕获，可配置与 PWM1 带死区互补输出
20	PB1	I/O	数字输入输出端口
	PWM1	O	PWM1 输出或捕获，可配置与 PWM0 带死区互补输出
21	PB2	I/O	数字输入输出端口
	PWM2	O	PWM2 输出或捕获，可配置与 PWM3 带死区互补输出
22	PB3	I/O	数字输入输出端口
	PWM3	O	PWM3 输出或捕获，可配置与 PWM2 带死区互补输出
23	PB4	I/O	数字输入输出端口
	PWM4	O	PWM4 输出或捕获，可配置与 PWM5 带死区互补输出
24	PB5	I/O	数字输入输出端口
	PWM5	O	PWM5 输出或捕获，可配置与 PWM4 带死区互补输出
27	PB6	I/O	数字输入输出端口
	TXD0	I	BUART 数据输出信号
	TXD1	I	UART 数据输出信号
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
	XOUT	AI2	晶振电路输出脚
28	PB7	I/O	数字输入输出端口
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	RXD1	I	UART 数据输入信号
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	XIN	AI2	晶振电路输入脚
30	PB8	I/O	数字输入输出端口
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	TXD1	O	UART 数据输出信号
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
31	PB9	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD

管脚号	名称	类型	管脚描述
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
32	PB10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
33	PB11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出
	CP0O	O	ACMP0 输出
	TXD0	O	BUART 数据输出信号
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	SWDCLK	I	SWD 时钟输入
34	PB12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出
	CP3O	O	ACMP3 输出
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
	VREF	PWR	内部参考电压
	SWDDAT	I/O	SWD 数据信号
35	PB13	I/O	数字输入输出端口
	CP3O	O	ACMP3 输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
36	PB14	I/O	数字输入输出端口
	PWM6	O	PWM6 输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
37	PB15	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
	OP0O	AI1	OP0O 输出
	OP2O	AI1	OP2O 输出
18	NC		空引脚

管脚号	名称	类型	管脚描述
25	NC		空引脚
26	NC		空引脚

3.3. ZH5213(QFN48)管脚描述

管脚号	名称	类型	管脚描述
15	GND	PWR	MCU 供电地
14	VLDO	PWR	1.5v 数字电源，内部输出
13	VDD	PWR	MCU 供电电源
12	VRH	PWR	内部参考电压
37	NRST	I	带上拉的外部复位脚
46	PA0	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	PWM06	O	PWM06 输出
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	AIN0	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
47	PA1	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR0	I	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
	AIN1	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
48	PA2	I/O	数字输入输出端口
	QEPA	I	正交编码输入
	AIN2	AI2	ADC AIN2 模拟输入
	CP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
1	PA3	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	QEPB	I	正交编码输入
	AIN3	AI2	ADC AIN3 模拟输入
	CP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
2	PA4	I/O	数字输入输出端口
	QEPI	I	正交编码输入
	AIN4	AI2	ADC AIN4 模拟输入
	CP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
3	PA5	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
	QEPS	I	正交编码输入
	AIN5	AI2	ADC AIN5 模拟输入

管脚号	名称	类型	管脚描述
	CP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
4	PA6	I/O	数字输入输出端口
	AIN6	AI2	ADC AIN6 模拟输入
	CP3P	AI1	ACMP3 正端模拟输入
5	PA7	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	OP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
6	PA8	I/O	数字输入输出端口
	AIN8	AI2	ADC AIN8 模拟输入
	OP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
7	PA9	I/O	数字输入输出端口
	AIN9	AI2	ADC AIN9 模拟输入
	OP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
8	PA10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出信号
	AIN10	AI2	ADC AIN10 模拟输入
	OP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
9	PA11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出信号
	AIN11	AI2	ADC AIN11 模拟输入
	OP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
10	PA12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	OP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
11	PA13	I/O	数字输入输出端口
	CP3O	O	ACMP3 输出信号
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	T2CCR0	I/O	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
16	PA14	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入

管脚号	名称	类型	管脚描述
17	PA15	I/O	数字输入输出端口
	CKO	O	测试时钟输出
	TXD1	O	UART TXD 输出
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	AMUX1	AI1	DACO\VBG\VREF2.5\VREF4\OP0O\ OP1O
18	VM	PWR	PN 预驱供电电源
19	VSS	PWR	PN 预驱地
20	LO3	O	预驱通道 3 低边输出
21	LO2	O	预驱通道 2 低边输出
22	LO1	O	预驱通道 1 低边输出
25	HS3	O	预驱通道 3 高边悬浮地
26	HO3	O	预驱通道 3 高边输出
27	HB3	O	预驱通道 3 高边悬浮电源
28	HS2	O	预驱通道 2 高边悬浮地
29	HO2	O	预驱通道 2 高边输出
30	HB2	O	预驱通道 2 高边悬浮电源
31	HS1	O	预驱通道 1 高边悬浮地
32	HO1	O	预驱通道 1 高边输出
33	HB1	O	预驱通道 1 高边悬浮电源
35	PB6	I/O	数字输入输出端口
	TXD0	I	BUART 数据输出信号
	TXD1	I	UART 数据输出信号
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
	XOUT	AI2	晶振电路输出脚
36	PB7	I/O	数字输入输出端口
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	RXD1	I	UART 数据输入信号
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	XIN	AI2	晶振电路输入脚
38	PB8	I/O	数字输入输出端口
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	TXD1	O	UART 数据输出信号
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
39	PB9	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD

管脚号	名称	类型	管脚描述
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
40	PB10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
41	PB11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出
	CP0O	O	ACMP0 输出
	TXD0	O	BUART 数据输出信号
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	SWDCLK	I	SWD 时钟输入
42	PB12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出
	CP3O	O	ACMP3 输出
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
	VREF	PWR	内部参考电压
	SWDDAT	I/O	SWD 数据信号
43	PB13	I/O	数字输入输出端口
	CP3O	O	ACMP3 输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
44	PB14	I/O	数字输入输出端口
	PWM6	O	PWM6 输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
45	PB15	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
	OP0O	AI1	OPA0 输出
	OP2O	AI1	OPA2 输出
23	NC		空引脚

管脚号	名称	类型	管脚描述
24	NC		空引脚
34	NC		空引脚

3.4. ZH5212(SSOP24)管脚描述

管脚号	名称	类型	管脚描述
13	GND	PWR	MCU 供电地
12	VLDO	PWR	1.5v 数字电源，内部输出
11	VDD	PWR	MCU 供电电源
10	VRH	PWR	内部参考电压
22	NRST	I	带上拉的外部复位脚
2	PA1	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR0	I	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
	AIN1	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
3	PA3	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	QEPB	I	正交编码输入
	AIN3	AI2	ADC AIN3 模拟输入
	CP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
4	PA5	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
	QEPS	I	正交编码输入
	AIN5	AI2	ADC AIN5 模拟输入
	CP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
5	PA8	I/O	数字输入输出端口
	AIN8	AI2	ADC AIN8 模拟输入
	OP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
6	PA9	I/O	数字输入输出端口
	AIN9	AI2	ADC AIN9 模拟输入
	OP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
7	PA10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出信号
	AIN10	AI2	ADC AIN10 模拟输入
	OP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
8	PA11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出信号
	AIN11	AI2	ADC AIN11 模拟输入

管脚号	名称	类型	管脚描述
	OP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
9	PA12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	OP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
14	PA15	I/O	数字输入输出端口
	CLKO	O	测试时钟输出
	TXD1	O	UART TXD 输出
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	AMUX1	AI1	DACO\VBG\VREF2.5\VREF4\OP0O\ OP1O
23	PB11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出
	CP0O	O	ACMP0 输出
	TXD0	O	BUART 数据输出信号
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	SWDCLK	I	SWD 时钟输入
24	PB12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出
	CP3O	O	ACMP3 输出
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
	VREF	PWR	内部参考电压
	SWDDAT	I/O	SWD 数据信号
1	PB15	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
	OP0O	AI1	ACMP0 输出
	OP2O	AI1	ACMP2 输出
15	HO3	O	预驱通道 3 高边输出
16	LO3	O	预驱通道 3 低边输出
17	HO2	O	预驱通道 2 高边输出
18	LO2	O	预驱通道 2 低边输出
19	HO1	O	预驱通道 1 高边输出
20	LO1	O	预驱通道 1 低边输出
21	VM	PWR	PN 预驱供电电源

3.5. ZH5212 (QFN40) 管脚描述

管脚号	名称	类型	管脚描述
15	GND	PWR	MCU 供电地
14	VLDO	PWR	1.5v 数字电源，内部输出
13	VDD	PWR	MCU 供电电源
12	VRH	PWR	内部参考电压
29	NRST	I	带上拉的外部复位脚
38	PA0	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	PWM06	O	PWM06 输出
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	AIN0	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
39	PA1	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR0	I	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
	AIN1	AI2	ADC AIN0 模拟输入
	CP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
40	PA2	I/O	数字输入输出端口
	QEPA	I	正交编码输入
	AIN2	AI2	ADC AIN2 模拟输入
	CP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
1	PA3	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	QEPB	I	正交编码输入
	AIN3	AI2	ADC AIN3 模拟输入
	CP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
2	PA4	I/O	数字输入输出端口
	QEPI	I	正交编码输入
	AIN4	AI2	ADC AIN4 模拟输入
	CP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
3	PA5	I/O	数字输入输出端口
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
	QEPS	I	正交编码输入
	AIN5	AI2	ADC AIN5 模拟输入
	CP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
4	PA6	I/O	数字输入输出端口
	AIN6	AI2	ADC AIN6 模拟输入

管脚号	名称	类型	管脚描述
	CP3P	AI1	ACMP3 正端模拟输入
5	PA7	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	OP0N	AI1	ACMP0 负端模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
6	PA8	I/O	数字输入输出端口
	AIN8	AI2	ADC AIN8 模拟输入
	OP0P	AI1	ACMP0 正端模拟输入
7	PA9	I/O	数字输入输出端口
	AIN9	AI2	ADC AIN9 模拟输入
	OP1N	AI1	ACMP1 负端模拟输入
8	PA10	I/O	数字输入输出端口
	CP0O	O	ACMP0 输出信号
	AIN10	AI2	ADC AIN10 模拟输入
	OP1P	AI1	ACMP1 正端模拟输入
9	PA11	I/O	数字输入输出端口
	CP1O	O	ACMP1 输出信号
	AIN11	AI2	ADC AIN11 模拟输入
	OP2N	AI1	ACMP2 负端模拟输入
10	PA12	I/O	数字输入输出端口
	CP2O	O	ACMP2 输出信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	OP2P	AI1	ACMP2 正端模拟输入
11	PA13	I/O	数字输入输出端口
	CP3O	O	ACMP3 输出信号
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	T2CCR0	I/O	Timer2 的通道 0 捕获输入或比较输出
16	PA14	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
17	PA15	I/O	数字输入输出端口
	CLKO	O	测试时钟输出
	TXD1	O	UART TXD 输出

管脚号	名称	类型	管脚描述
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	AIN12	AI2	ADC AIN12 模拟输入
	AMUX1	AI1	DAC0\VBG\VREF2.5\VREF4\OP00\ OP10
19	HO3	O	预驱通道 3 高边输出
20	LO3	O	预驱通道 3 低边输出
21	HO2	O	预驱通道 2 高边输出
22	LO2	O	预驱通道 2 低边输出
23	HO1	O	预驱通道 1 高边输出
24	LO1	O	预驱通道 1 低边输出
25	VM	PWR	PN 预驱供电电源
26	VSS	PWR	PN 预驱地
27	PB6	I/O	数字输入输出端口
	TXD0	I	BUART 数据输出信号
	TXD1	I	UART 数据输出信号
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
	XOUT	AI2	晶振电路输出脚
28	PB7	I/O	数字输入输出端口
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	RXD1	I	UART 数据输入信号
	SDA	I/O	I2C 数据信号 SDA
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	XIN	AI2	晶振电路输入脚
30	PB8	I/O	数字输入输出端口
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	TXD1	O	UART 数据输出信号
	T2CCR1	I/O	Timer2 的通道 1 捕获输入或比较输出
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
31	PB9	I/O	数字输入输出端口
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
	T2CCR2	I/O	Timer2 的通道 2 捕获输入或比较输出
32	PB10	I/O	数字输入输出端口
	CP00	O	ACMP0 输出
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	FLT	I	PWM 故障输入信号
	SCLK	I/O	SPI 时钟信号 SCLK
33	PB11	I/O	数字输入输出端口
	CP10	O	ACMP1 输出

管脚号	名称	类型	管脚描述
	CP00	O	ACMP0 输出
	TXD0	O	BUART 数据输出信号
	MOSI	I/O	SPI 数据信号 MOSI
	SWDCLK	I	SWD 时钟输入
34	PB12	I/O	数字输入输出端口
	CP20	O	ACMP2 输出
	CP30	O	ACMP3 输出
	RXD0	I	BUART 数据输入信号
	MISO	I/O	SPI 数据信号 MISO
	VREF	PWR	内部参考电压
	SWDDAT	I/O	SWD 数据信号
35	PB13	I/O	数字输入输出端口
	CP30	O	ACMP3 输出
	T1CCR	I/O	TimerA1 捕获输入或比较输出
	SCL	I/O	I2C 时钟信号 SCL
	NSS	I	SPI 从机片选信号 NSS
36	PB14	I/O	数字输入输出端口
	PWM6	O	PWM6 输出
	T0CK	I	TimerA0 外部计数时钟输入
	ADCSF	O	ADC 采样信号
	FLT	I	PWM 故障输入信号
37	PB15	I/O	数字输入输出端口
	T0CCR	I/O	TimerA0 捕获输入或比较输出
	RXD1	I	UART 数据输入信号 RXD
	TFIN	I	PWM 频率捕获输入
	TDIN	I	PWM 占空比捕获输入
	AIN7	AI2	ADC AIN7 模拟输入
	CP3N	AI2	ACMP3 负端模拟输入
	OP00	AI1	ACMP0 输出
	OP20	AI1	ACMP2 输出
18	NC		空引脚

4. 存储器架构

地址范围	功能
0x00000000 - 0x00007FFF	32K bytes EFLASH 程序区
0x00008000 - 0x000087FF	2K bytes EFLASH 信息区
0x20000000 - 0x20000FFF	4K bytes SRAM
0x40000000 - 0x4000FFFF	APB 外设访问空间

0x40010000 - 0x40010FFF	AHB GPIOA 寄存器访问空间
0x40011000 - 0x40011FFF	AHB GPIOB 寄存器访问空间
0x40012000 - 0x40012FFF	AHB EFLASH 寄存器访问空间
0x40015000 - 0x40015FFF	AHB MATH 协处理器访问空间
0x4001F000 - 0x4001FFFF	AHB SYSCTRL 寄存器访问空间
0xE0000000 - 0xE00FFFFF	SCS 寄存器访问空间
0xF0000000 - 0xF0000FFF	SYSTEM ROM TABLE

4.1. EFLASH 存储器

EFLASH 程序空间为 32K，访问地址 0x00000000 - 0x00007FFF。复位后，程序从 0x00000000 地址开始执行程序，没有 Boot ROM。

EFLASH 信息区空间为 2K，访问地址 0x00008000-0x000087FF。其中 0x00008000-0x000085FF 用户可以修改，可用于存储数据，配置代码读保护等功能。0x00008600-0x000087FF 为芯片出厂配置区域，用户禁止修改。

4.2. 数据存储

内部数据存储地址空间 0x20000000 - 0x20000FFF，集成 4K 字节 SRAM。

5. 功能概述

5.1. 系统配置

5.1.1. 系统时钟 SYSCLK

系统时钟通过系统配置寄存器和振荡器控制寄存器的设置进行时钟源、时钟分频选择。芯片时钟源可选择如下 3 种类型：

- 内部高频振荡器 RCH
- 外部晶振 CRY
- PLL 时钟

支持多种系统时钟分频，用户可以通过系统控制寄存器 SYSCON 中的 FCLK_CFG[2: 0]、PCLK_CFG[2: 0] 时钟分频控制位来选择各种分频。当用户希望低功耗应用的时候，FCLK 可以采用系统时钟 SYSCLK 的 16 分频。默认 FCLK 采用系统时钟 SYSCLK 的 4 分频。

用户可以通过外设时钟使能寄存器配置相应的外设是否使能，默认所有的外设均未使能。也可以单独配置某个外设时钟分频以减少系统功耗。

系统默认启动选择内部高频振荡器作为系统时钟，需要切换成其他时钟时，可以配置 CLKCON 寄存器的相应寄存器位使得相应时钟使能。通过查询 CLKCON 中的时钟标志位判断该时钟是否稳定。在切换时钟时需要确保目标时钟已经稳定才可以开始切换时钟操作。如果时钟切换完成后需要关闭原有时钟，需要三个指令周期后才能关闭。

5.1.2. 电源管理 PMU

5.1.2.1. 工作模式

芯片有 4 种不同的工作模式，以适应不同应用的功耗需求

- 正常工作模式：MCU 处于正常工作状态，外设正常运行
- 睡眠工作模式：CPU 时钟将会停止，外设时钟依然存在，内部中断和外设可以工作
- 深度睡眠工作模式：CPU 和调试模块时钟停止，外设时钟依然存在
- 待机工作模式：CPU 和外设时钟停止，系统时钟关闭，内置高频振荡器也会关闭，可由复位操作、外部中断、RT 定时器溢出、LVD 检测事件唤醒。

5.1.2.2. 电源低压复位

当电源电压低于设置的检测电压时，则系统复位。低压复位有 8 种选择：1.6V、1.8V、2V、2.5V、2.8V、3V、3.5V、4V。

5.1.2.3. 电源低压检测

低电压检测电路可将电源电压和设置电压进行比较，如果电源电压低于设置的电压，则产生中断请求信号。可设置的检测电压有 8 种选择：2.0V、2.2V、2.4V、2.7V、2.9V、3.1V、3.6V、4.5V。

5.1.3. 复位 RESET

复位操作用于完成芯片内部电路的初始化，使系统从一种确定的状态开始工作。芯片具有如下几种复位方式：

- 上电复位
- 外部复位
- 低压复位
- 看门狗复位
- 软件复位

上电复位可以保证系统在上电初始时系统可以工作在初始状态。

外部复位可以通过复位管脚来使系统恢复到初始状态，外部复位信号为低电平有效信号，外部复位脉宽必须长于 1 μ s。

低压复位使能后，当电压低于设定的电压值时，系统发生复位。由于这个特性，可以保证应用安全性的同时，为用户省去外部复位电路，当电源电压低于设定电压，芯片内部将处于复位状态，当电源电压高于设定电压时，系统又会重新工作。

看门狗复位，可以保证程序跑飞以后系统可以恢复到初始状况，确保不出现不能挽救的意外发生。如果程序在规定的时段内没有给看门狗定时器执行重载操作，看门狗定时器将会溢出，启动芯片复位操作。

软件复位，可以使程序复位到初始状态。对 AIRCR 寄存器的 SYSRESETREQ 写一触发一次软件复位（包括 debug 时）。

上述五种复位机制，可以分为三种类型，一种是硬复位，包括上电复位，低压复位和外部复位，硬复位发生后需要等待 4 * 65536 个 SYSCLK 时钟。第二种是软复位，包括看门狗复位和软件复位，软复位发生后系统不会执行等待操作，程序将直接跳转回起始地址，开始执行程序。

复位的状态标志可以通过复位状态寄存器 RESETIFO 和 SYSSTA 来查询相应的复位状态。

5.2. 中断控制 NVIC

中断优先级寄存器 IP0-IP7 提供给每个中断(IRQ0~IRQ31)2 位 4 种优先级设置。每一个寄存器包含 4 个中断的优先级。

芯片具有多个中断源及中断向量，最多支持 32 个中断向量：

- NMI: WDT 中断
- 0: RT 定时器中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 1: 晶振时钟异常检测中断
- 2: LVD 低压检测中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 3: 外部管脚 EINT0 中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 4: BUART 接收中断
- 5: BUART 发送中断
- 6: 外部管脚 EINT1 中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 7: 外部管脚 EINT2 中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 8: Basic Timer 中断；
- 9: 外部管脚 EINT3 中断，可以用于唤醒 STOP 模式；
- 10: TIMER0 定时器匹配中断；
- 11: TIMER0 定时器溢出中断；
- 12: TIMER1 定时器匹配中断；
- 13: TIMER1 定时器溢出中断；
- 14: BUART OVF 中断；
- 15: TIMER2 定时器匹配中断；
- 16: TIMER2 定时器溢出中断；
- 17: EPWM 匹配中断；
- 18: EPWM 溢出中断；
- 19: ACMP0/1/2/3 输出中断；

- 20: ADC 中断;
- 21: I2C 中断;
- 22: SPI 中断;
- 23: UART 中断;
- 24: LIN 同步帧检测中断;
- 25: MATH 除法中断;
- 26: MATH CORDIC 中断;
- 27: QEP 中断;
- 28: PA 中断, PA 的 15 个 IO 中断源或操作后触发;
- 29: PB 中断, PB 的 15 个 IO 中断源或操作后触发;
- 30: 保留;
- 31: 保留。

5.3. 通用输入输出端口 GPIO

高达 32 个高速通用 IO, 支持位操作。管脚多种功能共享, 每个 I/O 口可配置为任何一种数字功能或者指定的模拟功能。I/O 作为通用 GPIO 口具有如下特性:

- 可配置 2 档 I/O 输出速率。
- 可配置 2 档 I/O 驱动电流。
- 可读取数据锁存器状态或者引脚状态。
- 可配置上升沿、下降沿、双沿触发中断。
- 可配置上升沿、下降沿、双沿中断唤醒芯片。
- 可配置成悬空输入、上拉输入、下拉输入、推挽输出、开漏输出、开源输出模式。
- 可配置高压摆率、低压摆率
- 可配置施密特迟滞输入和无迟滞输入
- 可配置大驱动、小驱动
- 上拉电阻可配置 50K、20K 两种

5.4. 定时器

5.4.1. 定时器 BASICTIMER

BASICTIMER 是 M0 自带的 32 位基本定时器, 提供基本的定时功能。

- 可独立实现 32 位定时模式
- 只支持单周期溢出中断
- 计数时钟可以系统时钟 (PCLK) 时钟输入

5.4.2. 定时器 TIMER0/1

定时器 0 和定时器 1 的类型和结构相似，是两个 16 位向上计数定时器。它们提供基本的定时和事件计数操作。支持计数，捕获，生成 PWM。具有以下特点：

- 可编程的预分频器
- 可独立实现 16 位定时模式
- 可独立实现 16 位比较输出模式（PWM 模式）
- 可独立实现 16 位捕获输入模式
- TIMER0、TIMER1 可配置为级联模式
- 计数时钟可以由系统时钟（PCLK）分频时钟输入，或外部信号（T0）输入
- 捕获可以由外部事件上升沿、下降沿、上升/下降沿触发
- TIMER0 产生 2 个中断源（2 个中断向量），中断标志软件清零
- TIMER1 产生 2 个中断源（2 个中断向量），中断标志软件清零
- TIMER0 支持 N（1~256）周期溢出中断
- TIMER1 只支持单周期溢出中断

5.4.3. 定时器 TIMER2

TIMER2 是两个 16 位向上计数定时器。它们提供基本的定时和事件计数操作。支持计数，三路捕获，生成三路不同占空比的 PWM。具有以下特点：

- 定时模式
- 比较输出模式（PWM mode）
- 捕获模式
- 系统时钟（PCLK）分频时钟输入
- 最大支持 3 路外部 I/O 通道，3 路通道可以同时配置为“捕获模式”，或同时配置为“比较输出模式”
- 捕获模式支持 4 种硬件捕获方式（不捕获、上升沿、下降沿、上升/下降沿）；支持软件触发捕获方式
- 硬件捕获可选 2 种捕获信号源：外部 I/O 输入或内部比较器输出；具有输入信号数字滤波功能，可以有效防止干扰信号导致的捕获误动作
- 捕获模式支持 3 个捕获中断和 1 个周期溢出中断
- 比较输出模式支持 3 个比较匹配中断和 1 个周期溢出中断

5.4.4. 定时器 RT

内部集成一个 RT 定时器，可用于精确定时。

该定时器主要有以下特性：

- 休眠模式下可正常工作
- 内置 16 位计数器

- 支持定时溢出中断，产生定时功能
- 在停机模式下，如果选择 RCL 作为时钟源，可以在规定的时间内唤醒 STOP 模式
- 可配置计时到 0xFFFF、0x7FFF、0x3FFF、0x1FFF、0x0FFF、0x07FF、0x03FF、0x01FF 溢出。

5.4.5. 看门狗 WDOG

看门狗模块是一个由系统时钟提供时钟源的片内定时器，可配置计时溢出产生复位。并会把复位情况记录到芯片内部。看门狗复位是系统的一种保护设置，当系统运行到一个未知状态时，可通过看门狗使系统复位，从而避免系统进入到无限期的死循环中。基于 32 比特向下计数的计数器，可以通过 WDOGLOAD 设置初始器；当计数器计到设置的 WDOGLOAD 值时，会产生一个看门狗中断；当计数器计到 0 时，会产生一个看门狗复位；当 M0 处于 DEBUG 状态，暂停运行时，WDT 计数器停止计数。WDT 定时器具有以下特点：

- 内置 32 位计数器
- 看门狗溢出时间可灵活配置
- 可设置看门狗溢出复位

5.5. 电机专用数字外设

5.5.1. 编码器检测器 EQEP

EQEP 模块有 4 个输入管脚，分别是 QEPAXCLK、QEPB/XDIR、QEPI 和 QEPS。其中前两个引脚被使用在正交时钟模式或者直接计数模式。QEP 包含正交解码单元（QDU）和位置计数器和位置计算控制单元（PCCU）。

● 正交时钟模式

正交编码器提供两路相位差为 90 度的脉冲，相位关系决定了电机旋转方向信息，脉冲的个数可以决定电机的绝对位置信息。超前或者顺时钟旋转时，A 路信号超前 B 路信号，滞后或者逆时针旋转时，B 路信号超前 A 路信号。正交编码器使用这两路输入引脚可以产生正交时钟和方向信号。

● 直接计数模式

在直接计数模式中，方向和时钟信号直接来自外部，此时 QEPA 引脚提供时钟输入，QEPB 引脚提供方向输入。

后两个引脚 QEPI 是索引或者起始标记脚，正交编码器使用索引信号来确定一个绝对的起始位置，此引脚直接与正交编码器的索引输出端相连，当此信号到来时，可以将位置计数器复位清零，也可以初始化或者锁存位置计数器的值。

QEPS 是锁存输入引脚，锁存引脚输入的主要作用是当规定时间信号到来时，初始或者锁存位置计数器的值，该引脚通常和传感器或者限制开关连接，用于通知电机是否达到预定位置。

5.5.2. 脉冲宽度调制器 EPWM

16 位 PWM 波形发生器，具有四个比较/捕获通道，最大支持 7 路 PWM 输出，最大支持 3 组互补输出，支持死区时间控制，支持故障控制。

- 具有边沿计数模式或者中央对齐模式
- 具有故障触发功能，故障发生后可支持软故障模式（即逐周期保护）或硬故障模式
- 互补输出死区时间设置，支持上升沿下降沿死区独立设置
- 各路 PWM 输出极性可以独立设置
- 支持 4 路捕获输入
- PWM0/1、PWM2/3、PWM4/5 可作为 3 路互补输出
- PWM6 的输出可作为 ADC 的启动触发源
- PWM_FLT 的输入信号源可选外部 IO 输入 FLT 或 ACMP3 输出

5.5.3. 频率检测器 TF

PWM 频率捕获模块（TF）用于捕获输入 PWM 信号的频率，计数时钟可调。适用于低于 1Mhz 频率以下。TF 模块具有以下特点：

- 系统时钟（PCLK）分频时钟输入
- 非常方便对频率低于 1Mhz 进行计算

5.5.4. PWM 占空比检测器 TD

TD 模块用于捕获输入 PWM 信号的占空比，PWM 占空比捕获模块可以捕获“40~100Khz”频率范围的 PWM 信号占空比，用于电机 PWM 调速。主要特点如下：

- 系统时钟（PCLK）分频时钟输入
- 非常方便对适用频率范围内进行计算占空比计算

5.5.5. 数学运算协处理器 MATH

MATH 模块包含两个独立的运算模块（除法、CORDIC），以支持密集型数学运算。

具有以下特性：

- 由操作数预处理和结果后处理能力
- 支持除法模块和 CORDIC 模块之间数据结果链接

5.6. 通信模块

5.6.1. 基础异步通讯收发器 BUART

为自带的 10 位串口通讯模块。支持发送中断接收中断溢出中断报错中断。可灵活调整波特率。

5.6.2. 通用异步通信收发器 UART

集成一个 LIN 同步间隔段、同步段、PID 段的自动检测逻辑，可以实现波特率同步和 PID 接收校验，并产生中断，实现唤醒功能。实现 LIN 通讯从机功能。

集成一个可编程的全双工串行通信接口，可以作为通用异步接收/发送器，也可以作为同步移位寄存器，包括四种串行工作方式：

- 0:移位寄存器方式，波特率 $f_{osc}/12$ ，
- 1:位数据异步通信方式，波特率可变
- 2:位数据异步通信方式，波特率 $f_{osc}/32$
- 3:位数据异步通信方式，波特率可变

波特率可以选择系统时钟预分频，也可以选择由 TimerA0 PWM 模式输出的 CCA00

5.6.3. I2C 串行通信收发器 I2C

I2C_HS 模块同时有 8 Byte 的发送、接收缓存器，可以一次多个数据的传输，不需要 CPU 的频繁参与，节省 CPU 指令。支持 master、slave 模式，支持标准模式、快速模式。

- 支持 8 种工作方式：主机单字节发送、主机单字节接收、从机单字节发送、从机单字节接收、主机多字节发送、主机多字节接收、从机多字节发送、从机多字节接收。
- 支持 7 位寻址模式
- 接收和发送完成可产生中断

5.6.4. 串行同步通信收发器 SPI

SPI 是一个完全可配置的 SPI 主机/从机设备，允许用户配置串行时钟信号的极性和相位。SPI 允许 MCU 与串行外围设备进行通信，它还能够多主机系统中进行处理器间通信。SPI 可以进行高速的同步数据传输，其特点如下：

- 全双工、同步数据传输，支持 4 种极性的通信协议
- 支持主机或从机操作
- 波特率可选
- 写冲突检测
- 支持速率高达系统时钟的 1/2，最高可达 24Mhz
- 比特率产生系统时钟的 1/4、1/8、1/16、1/32、1/64、1/128
- 发送/接收完成可产生中断

5.7. 模拟模块

5.7.1. 模拟比较器 ACMP0/1/2/3

共有 4 个模拟比较器，分别是 ACMP0/1/2/3。ACMP3 为独立的模拟比较器，可用检测母线电流。ACMP0/1/2 共用同一个模拟模块，通过扫描的方式实现 3 个模拟比较器的功能。ACMP0/1/2 可用于三路霍尔元件（Hall element）过零信号检测，或者反电动势（BEMF）过零信号检测。

ACMP3 功能介绍:

- 轨至轨输入
- 输入迟滞可选:
CMP3_FREN = 0 时，无迟滞， $\pm 5\text{mv}$ ， $\pm 10\text{mv}$ ， $\pm 30\text{mv}$
CMP3_FREN = 1 时，无迟滞， $\pm 10\text{mv}$ ， $\pm 25\text{mv}$ ， $\pm 60\text{mv}$
- 内置多档分压可选，可以用作比较器正端输入
- 比较器输入可选择外部管脚，DAC 输出，OPA 输出
- 支持输出数字滤波
- 比较器输出可以用于触发中断
- 用于母线电流限流检测。比较器输出 CP3O 可以作为 PWM 模块的故障输入信号，通过 REMAP1 的 FLTALT 进行设置

ACMP0/1/2 功能介绍:

- 轨至轨输入
- 输入迟滞可选:
CMP012_FREN = 0 时，无迟滞， $\pm 5\text{mv}$ ， $\pm 10\text{mv}$ ， $\pm 30\text{mv}$
CMP012_FREN = 1 时，无迟滞， $\pm 10\text{mv}$ ， $\pm 25\text{mv}$ ， $\pm 60\text{mv}$
- 内置多档分压可选，可以用作比较器正端输入
- 当共享模式使能时，可以作为 3 个独立工作的模拟比较器
- 内置一个假中心点生成电路
- 比较器输入可选择外部管脚，假中心点
- 支持输出数字滤波
- 支持对 PWM 输出进行消隐(Blank)控制
- 比较器输出可以用于触发中断
- 比较器输出 CP0/1/2O 可映射到外部唤醒中断 EINT3，作为外部中断信号
- 用于三路“Hall element”输入检测或“反电势过零检测”输入检测

5.7.2. 运算放大器 OPA0/1/2

集成 3 个运放，分别是 OP0/1/2，都可独立配置。用于模拟信号放大，输出送到比较器或 ADC，实现模拟信号检测。

运算放大器（OPA）特点如下：

- 轨至轨输入
- 输入失调电压: $\pm 5\text{mV}$ (未校准) ; $\pm 1\text{mV}$ (校准后)
- 转换速率 : $5\text{V}/\mu\text{s}$
- 电源电压抑制比 : 60 (min) 80 (typ)
- 增益系数精度 $\pm 1\%$
- 运放的温度漂移控制到 0.1%, CMRR 90dB
- 失调电压可校准

5.7.3. 模数转换器 ADC

12 位的模拟/数字转换器 (ADC), 最大支持 16 个通道输入。

基本特征为:

- 16 个输入选择
- 12bit 数据转换
- 可选择软件触发启动 ADC
- 可选择 PWM06 触发启动 ADC, 可选择上升沿或者下降沿触发
- 可选择单次转换或者连续转换两种模式
- 支持单通道输入或者组转换, 一次组转换最大包含 8 个不同的输入通道
- 支持双采样和流水采样

5.7.4. 数模转换器 DAC

DAC 模块具有以下特点:

- 输入参考电压可选 2V, 4V, AVDD
- 精度为 10 位, 1023 档可调电压
- DAC 输出, 输出电压范围: 0 到参考电压。

5.8. 存储器 FLASH

芯片 Flash 存储器支持在系统编程和在应用编程。

在系统编程是指使用 SWD 或 BootLoader 的方法在板下载程序到 Flash 中, 这样免去使用芯片烧录座进行烧录的问题, 简化了生产流程。

在应用编程 (IAP) 是指允许用户在运行程序的过程中改写 Flash 数据, 比如记录一个掉电保存的数据, 或通过一段已经烧录好的引导程序对另外一块 Flash 空间进行程序升级。支持下面的命令:

- 1、FLASH 主存储区字节编程
- 2、FLASH 主存储区页擦除
- 3、FLASH 信息区字节编程
- 4、FLASH 信息区页擦除

对 Flash 进行编程/擦除操作时，必须要保证工作电压稳定。由于 Flash 编程/擦除操作需要使用内部 RCH，所以编程擦除时 RCH 必须处于开启状态下。

CPU 运行在 FLASH 区域，对 Flash 进行编程/擦除操作时，CPU 必须暂停运行，通过关闭 CPU 时钟来实现。

FLASH 特点:

- 32k 字节 Flash 存储容量
- 带预取缓冲器的读接口
- 字节编程，页擦除，片擦除操作
- 读保护
- 写保护

6. 用户配置

FLASH 程序区分区保护、代码加密

7. 电气参数

7.1. 最大额定参数

符号	参数	最小值	最大值	单位
T_{ST}	存储温度	-55	150	°C
T_W	工作温度	-40	125	°C
VDD-VSS	电源电压	-0.5	7.5	°C
V_{IN_MAX}	输入电压	VSS-0.5	VDD+0.5	V
I_{DD_MAX}	VDD 最大输入电流		100	mA
I_{SS_MAX}	VDD 最大输出电流		100	mA
I_{IO_MAX}	所有 IO 最大拉灌电流		100	mA

7.2. 直流参数

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD	工作电压			5		V
I_{DD}	工作电流	VDD=5V, CPU 时钟选择 RCH, 即 FCLK=16Mhz, 关闭所有外设。		2.761		mA

		VDD=5V, CPU 时钟选择 RCH/16, 即 FCLK=1Mhz, 关闭所有外设。		0.885		mA
		VDD=5V, CPU 时钟选择 PLL (24Mhz)不分频, 即 FCLK =24Mhz, 关闭所有外设。		4.253		mA
		VDD=5V, CPU 时钟选择 PLL (48Mhz)不分频, 即 FCLK=48Mhz, 关闭所有外设。		6.967		mA
		VDD=5V, CPU 时钟选择 PLL (96Mhz)不分频, 即 FCLK=96Mhz, 关闭所有外设。		10.628		mA
I _{SLEEP}	普通睡眠电流	VDD=5V, CPU 时钟选择 RCH 不分频, 即 FCLK=16Mhz, 关闭所有外设。		1.006		mA
		VDD=5V, CPU 时钟选择 PLL (96Mhz)不分频, 即 FCLK=96Mhz, 关闭所有外设。		4.995		mA
I _{DPSLEEP}	深度睡眠电流	VDD=5V, CPU 时钟选择 RCH 不分频, 即 FCLK=16Mhz, 关闭所有外设。		0.930		mA
		VDD=5V, CPU 时钟选择 PLL(96Mhz)不分频, 即 FCLK =96Mhz, 关闭所有外设。		4.513		mA
I _{STOP}	休眠电流	VDD=5V, LDO 驱动能力选择 200uA 档 即 LDOCON.DRV=3		248.755		uA
		VDD=5V, LDO 驱动能力选择 10uA 档 即 LDOCON.DRV=0。 打开 LVR 模块		33.633		uA
		VDD=5V, LDO 驱动能力选择 10uA 档 即 LDOCON.DRV=0。 关闭 LVR 模块		23.122		uA
		VDD=5V, LDO 选择 LPVR, 即 低功耗 LDO。 关闭 LVR 模块		3.0		uA
I _{I_leak}	IO 输入漏电					nA
V _{IL}	IO 输入低门限	VDD=5V		1.212		V
V _{IH}	IO 输入高门限	VDD=5V		1.767		V

I _{SINK}	IO 输出灌电流 1	VDD=5V, V _{OL} =0.5V, 小驱动		10.958		mA
	IO 输出灌电流 2	VDD=5V, V _{OL} =0.5V, 大驱动		32.884		mA
I _{SOURCE}	IO 输出拉电流 1	VDD=5V, V _{OH} =4.5V, 小驱动		7.193		mA
	IO 输出拉电流 2	VDD=5V, V _{OH} =4.5V, 大驱动		26.514		mA
R _{PU}	IO 上拉电阻			52.912		KΩ
R _{PD}	IO 下拉电阻			46.082		KΩ
V _{LVR_2}	低压复位	LVR 2V 检测点		2.083		V
		LVR 2V 复位点		2.248		V
V _{LVR_2.5}		LVR 2.5V 检测点		2.545		V
		LVR 2.5V 复位点		2.753		V
V _{LVR_2.8}		LVR 2.8V 检测点		2.855		V
		LVR 2.8V 复位点		3.1		V
V _{LVR_3}		LVR 3V 检测点		3.065		V
		LVR 3V 复位点		3.328		V
V _{LVR_3.5}		LVR 3.5V 检测点		3.543		V
		LVR 3.5V 复位点		3.833		V
V _{LVR_4}		LVR 4V 检测点		4.033		V
		LVR 4V 复位点		4.363		V
V _{LVD_2.0}	低压检测	LVD 2.0V 检测点		2.087		V
		LVD 2.0V 恢复点		2.168		V
V _{LVD_2.2}		LVD 2.2V 检测点		2.25		V
		LVD 2.2V 恢复点		2.382		V
V _{LVD_2.4}		LVD 2.4V 检测点		2.453		V
		LVD 2.4V 恢复点		2.589		V
V _{LVD_2.7}		LVD 2.7V 检测点		2.75		V
		LVD 2.7V 恢复点		2.889		V
V _{LVD_2.9}		LVD 2.9V 检测点		2.945		V
		LVD 2.9V 恢复点		3.087		V
V _{LVD_3.1}		LVD 3.1V 检测点		3.155		V
		LVD 3.1V 恢复点		3.311		V
V _{LVD_3.6}		LVD 3.8V 检测点		3.682		V
		LVD 3.8V 恢复点		3.842		V
V _{LVD_4.5}		LVD 4.5V 检测点		4.592		V
		LVD 4.5V 恢复点		4.789		V

7.3. 内部振荡器

符号	参数	测试条件	频率误差	最小值	典型值	最大值	单位
F _{RCH}	内部高频 16MHz		±2%		16		MHz

F _{RCL}	内部低频 22KHz		±10%		22		KHz
------------------	---------------	--	------	--	----	--	-----

7.4. 基准电压

符号	参数	测试条件	电压误差	最小值	典型值	最大值	单位
VBG	内部参考电压 1.2V				1.2		V

7.5. ADC

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD} ADC	ADC 工作电压			5		V
V _{REF_VDD}	ADC 参考电压 VDD			V _{AVDD}		
V _{REF_2.5}	ADC 参考电压 2.5V			2.5		V
V _{REF_4.0}	ADC 参考电压 4V			4		
V _{ADIN}	输入电压		0		V _{REF}	V
DNL	微分非线性误差			±2		LSB
INL	积分非线性误差			±2		LSB

7.6. ACMP

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD} ACMP	ACMP 工作电压			5		V
V _{OS}	输入失调电压					
V _{CM}	输入电压		0		5	
V _{HYS0}	输入迟滞电压 0	FREN=0/1		0		mV
V _{HYS1}	输入迟滞电压 1	FREN=0/1	-10/-5		10/5	mV
V _{HYS2}	输入迟滞电压 2	FREN=0/1	-25/-10		25/10	mV
V _{HYS3}	输入迟滞电压 3	FREN=0/1	-60/-30		60/30	mV
T _{STB}	ACMP0/1/2 稳定时间			1		us
	ACMP3 稳定时间			1		us

7.7. OPA

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD _{OPA}	OPA0/1/2 工作电压			5		V
V _{OS}	输入失调电压	修调前				mV
		修调后				mV
V _{CM}	输入电压		0		5	
V _O	输出电压		0		5	
SR	压摆率					

7.8. PN 预驱

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I _{STANDBY}	待机电流	VM=24V Hlx=0, Llx=0		45		uA
I _{CC}	工作电流	VM=24V Hlx=0, Llx=1		200		uA
		VM=24V Hlx=1, Llx=0		270		uA
V _{INH}	输入高门限	VM=24V		2.0		V
V _{INL}	输入低门限	VM=24V		0.8		V
R _{PD}	输入下拉电阻	VM=24V		200		KΩ
R _{OH}	高边关断输出阻抗	Hlx=0, HOx=VM-0.2V		4		Ω
R _{OL}	低边关断输出阻抗	Llx=0, LOx=0.2V		2		Ω
I _{H_ON}	高边打开驱动电流	Hlx=1, HOx=VM		170		mA
I _{H_OFF}	高边关断驱动电流	Hlx=0, HOx=VM-5		160		mA
I _{L_ON}	低边打开驱动电流	Llx=1, LOx=0		50		mA
I _{L_OFF}	低边关断驱动电流	Llx=0, LOx=5		70		mA
T _{LR}	低边输出上升			100		ns
T _{LF}	低边输出下降			100		ns
T _{HR}	高边输出上升			100		ns
T _{HF}	高边输出下降			100		ns

8. 订购信息

型号	芯片资源	封装形式	包装形式
ZH5210	不带预驱	QFN40	TRAY
ZH5212	合封 40V PN 预驱	QFN40	TRAY
ZH5212	合封 40V PN 预驱	SSOP24	REEL
ZH5213	合封 100V NN 预驱	QFN48	TRAY

9. 封装尺寸

9.1. SSOP24

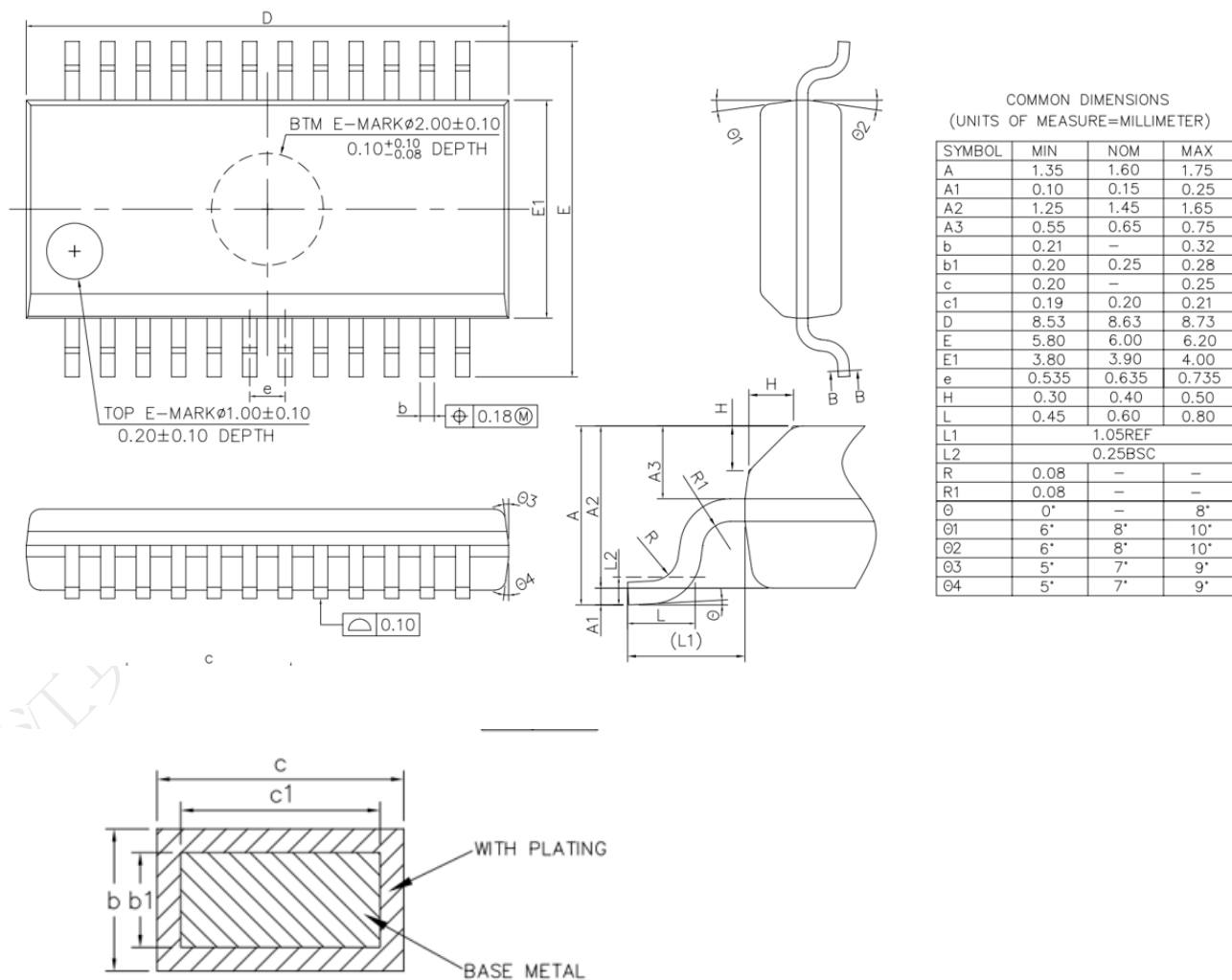


图 9-1 QFN40 封装图

9.2. QFN40

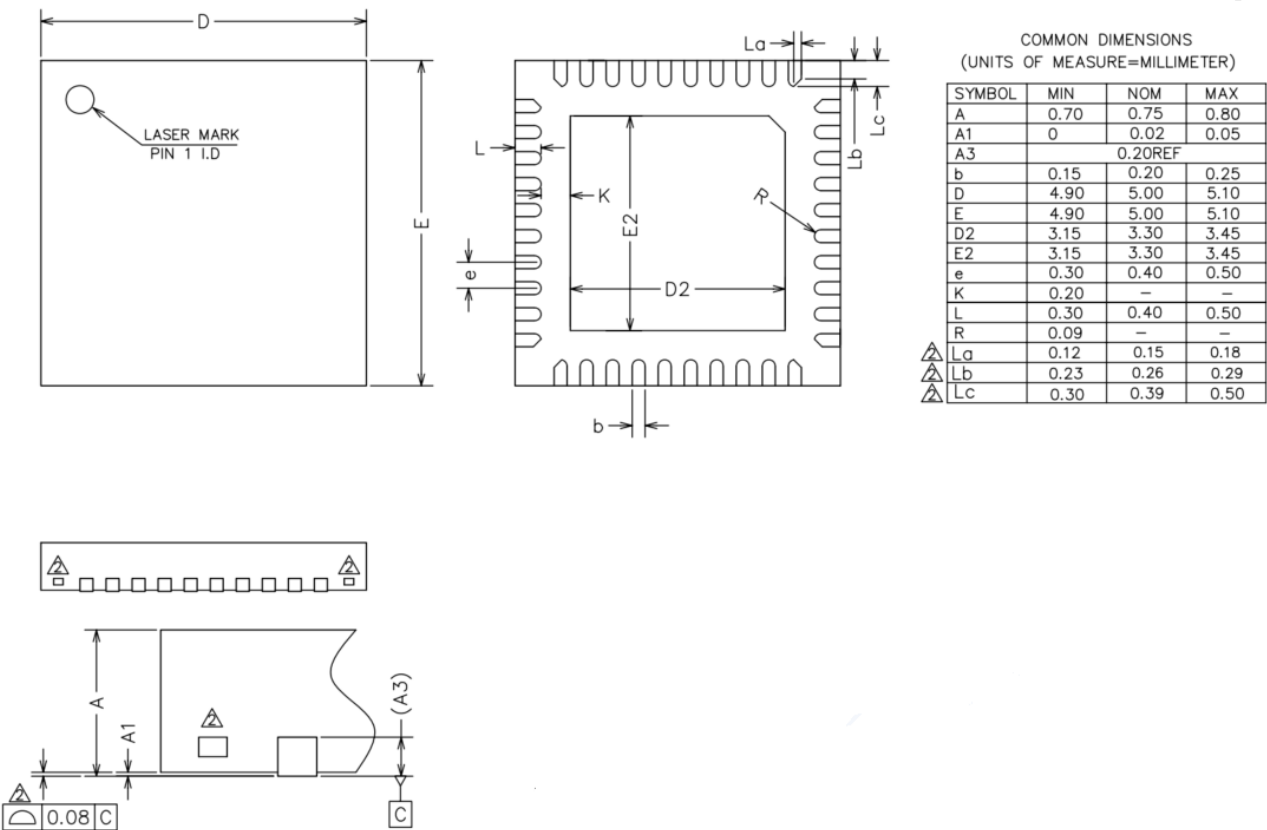


图 9-2 QFN40 封装图

9.3.QFN48

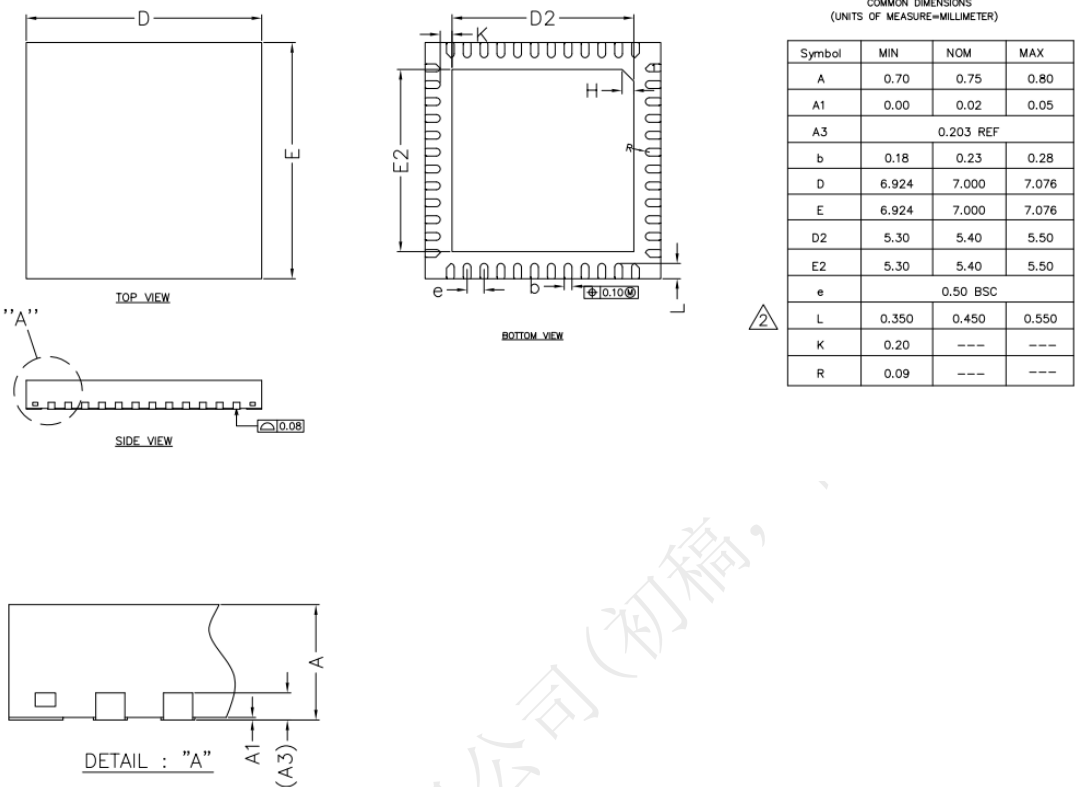


图 9-3 QFN48 封装图

10. 版本历史

版本号	修改内容	修改时间
V1.0	初始版本	