

小华开源电机平台培训-3---开源电机平台软件调试

XHSC FAE

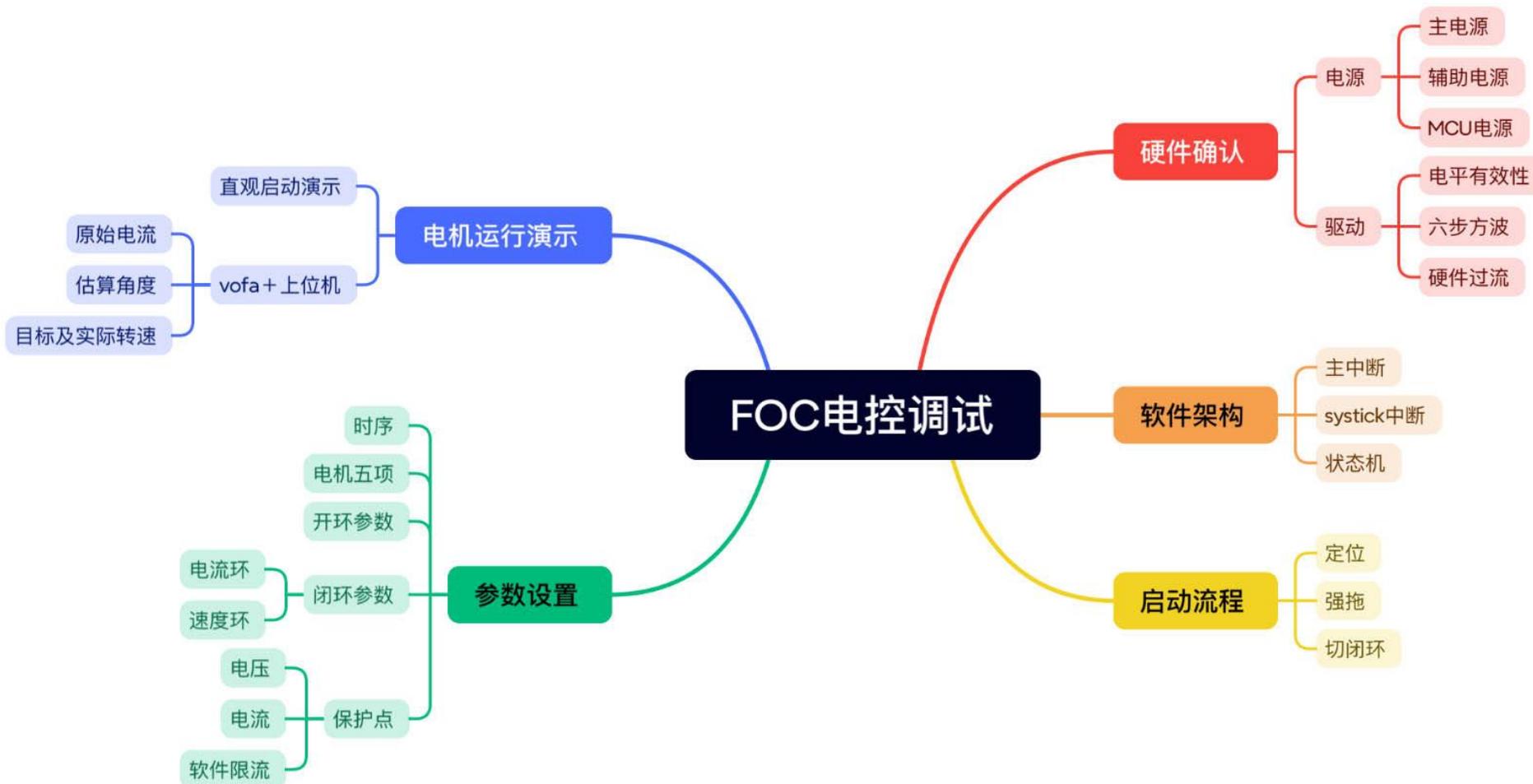


内容目录

CONTENTS



- 一. 硬件确认
- 二. 软件架构
- 三. 启动流程
- 四. 电机运行演示
- 五. 参数设置
- 六. Q&A

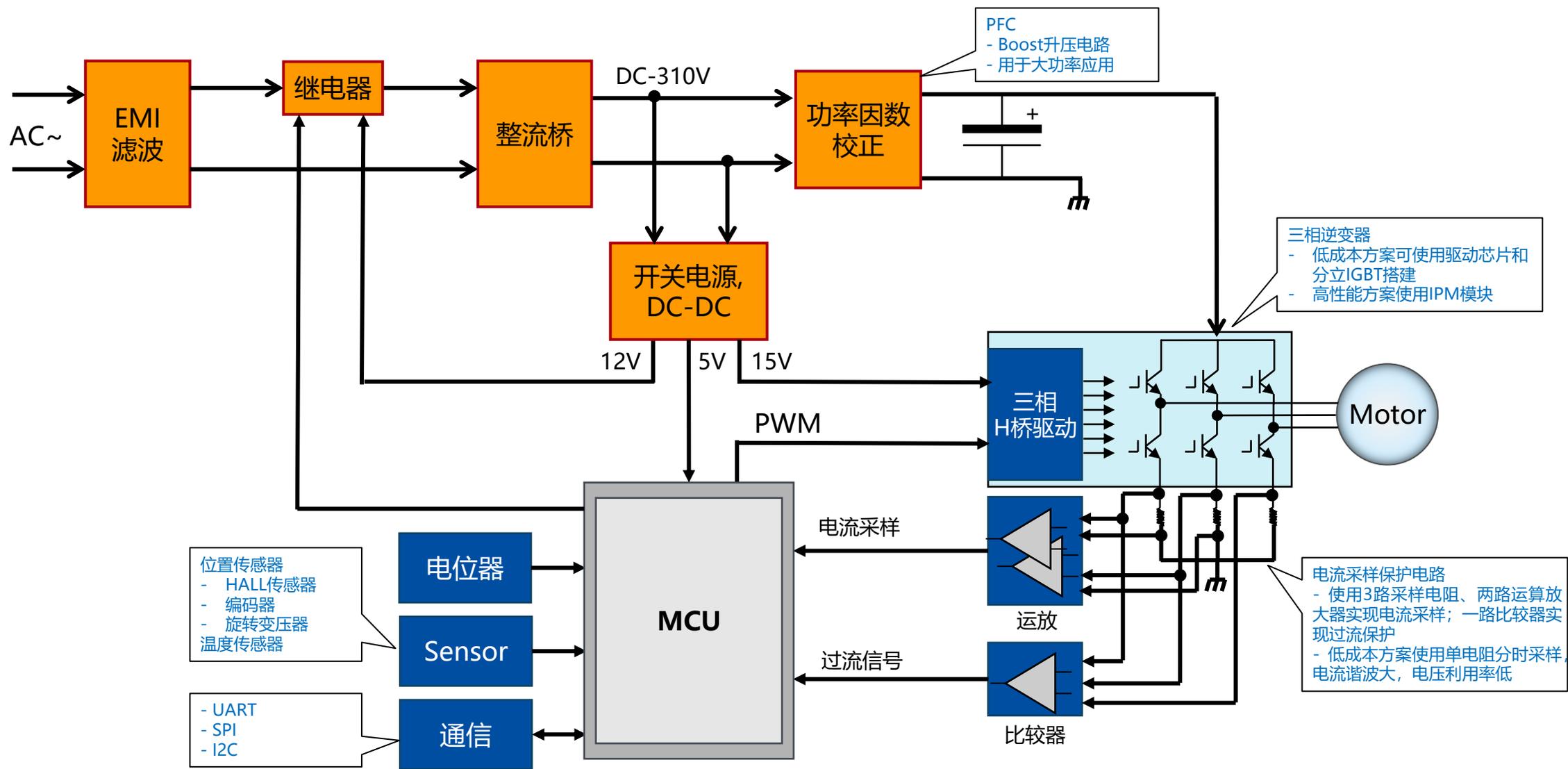


Presented with xmind

/01

硬件确认

PMSM FOC控制硬件拓扑结构示例



- 1 主电源;母线电压, eg: 高压平台310V, 低压平台24V;
- 2 辅助电源; 驱动电压/MCU电源前级电压: 10V~20V, 多见12V~15V;
驱动能力要求: 500ma;
- 3 MCU电源;MCU/OPA/VC供电电压: 3.3V或5V; 驱动能力要求: 100ma;
- 4 OPA静态输出;1/2 MCU VCC: 使用外置OPA的, 可直接测量; 使用MCU内置OPA的, 需要先下载带OPA初始化的代码;

驱动(电平有效性及硬件过流)

```
#define PWM_ACTIVE_LEVEL_HH    0x0
#define PWM_ACTIVE_LEVEL_LL    0x1
#define PWM_ACTIVE_LEVEL_LH    0x2
#define PWM_ACTIVE_LEVEL_HL    0x3
```

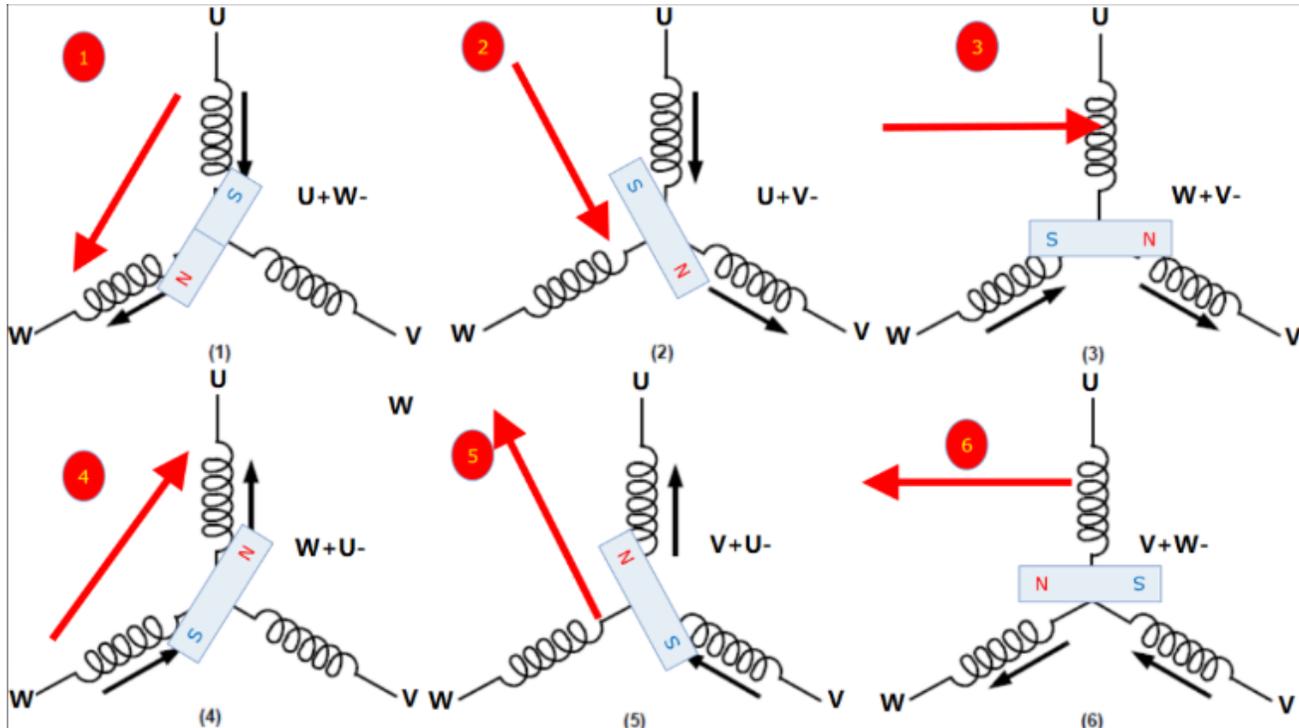
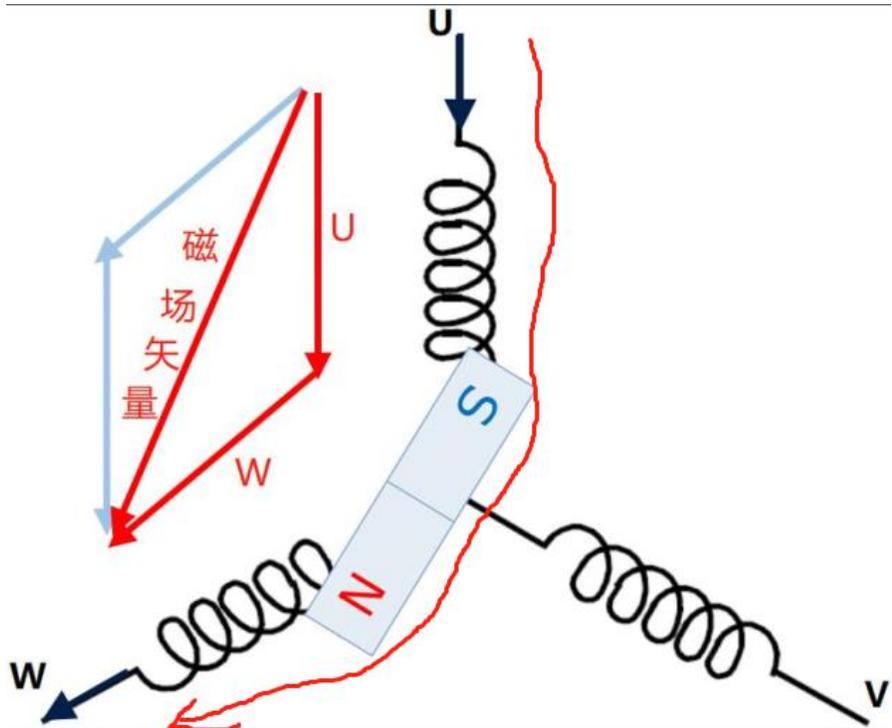
```
#define HW_OCP_SRC_VC    1
#define HW_OCP_SRC_IO    2
```

1 电平有效性：根据上下桥臂的高低电平有效性，排列组合可以得到四种有效状态，对于一个确定的驱动电路，有效性是确定的，要提前确认好以防止功率部分无法形成有效回路或者短路；

2 硬件过流信号可以接到MCU EMB端口，或者VC比较器输入端；相应的电平有效性和单元选择位于init_mcu.c中；

3 上两图位于mcu_config里面的hardware_definitions.h中；

六步换相(驱动原理)



Hall_Value = U<<2|V<<1|W<<0;

电机正转向值: V+U- W+U- W+V- U+V- U+W- V+W-
 对应正转霍尔值: 2 3 1 5 4 6

六步三要素

低压供电(36V以下, 限流1A)

适当延时(通常3~10ms)

较低占空比(通常5%~20%)

驱动合理条件

空载能转

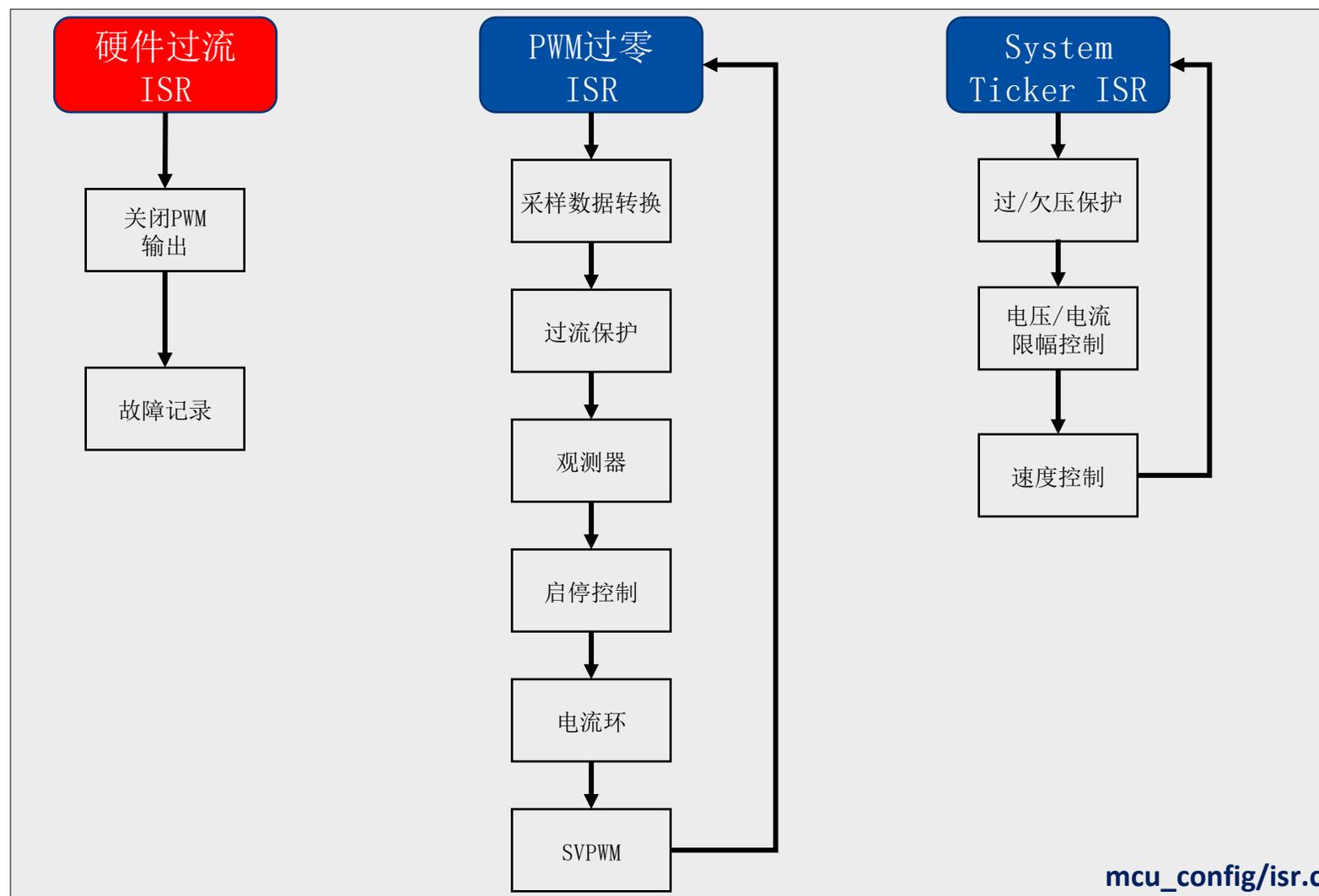
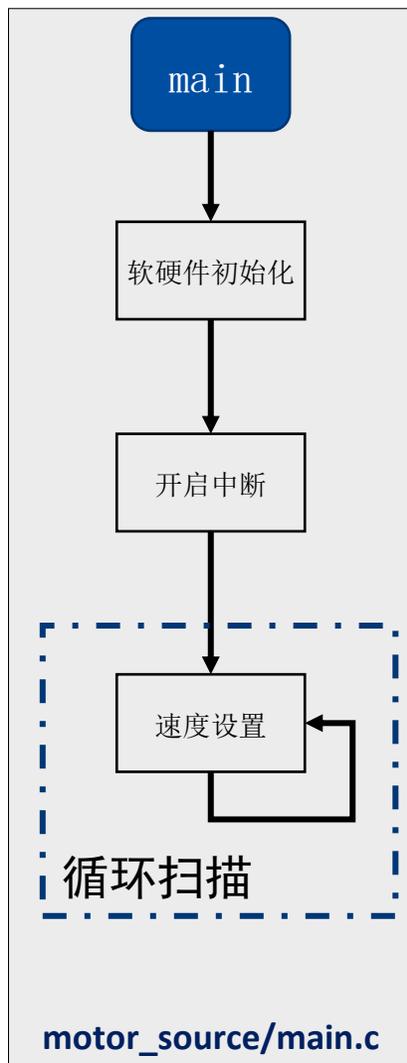
丝滑顺畅(沿固定方向连续旋转)

电流较小(通常100mA以下)

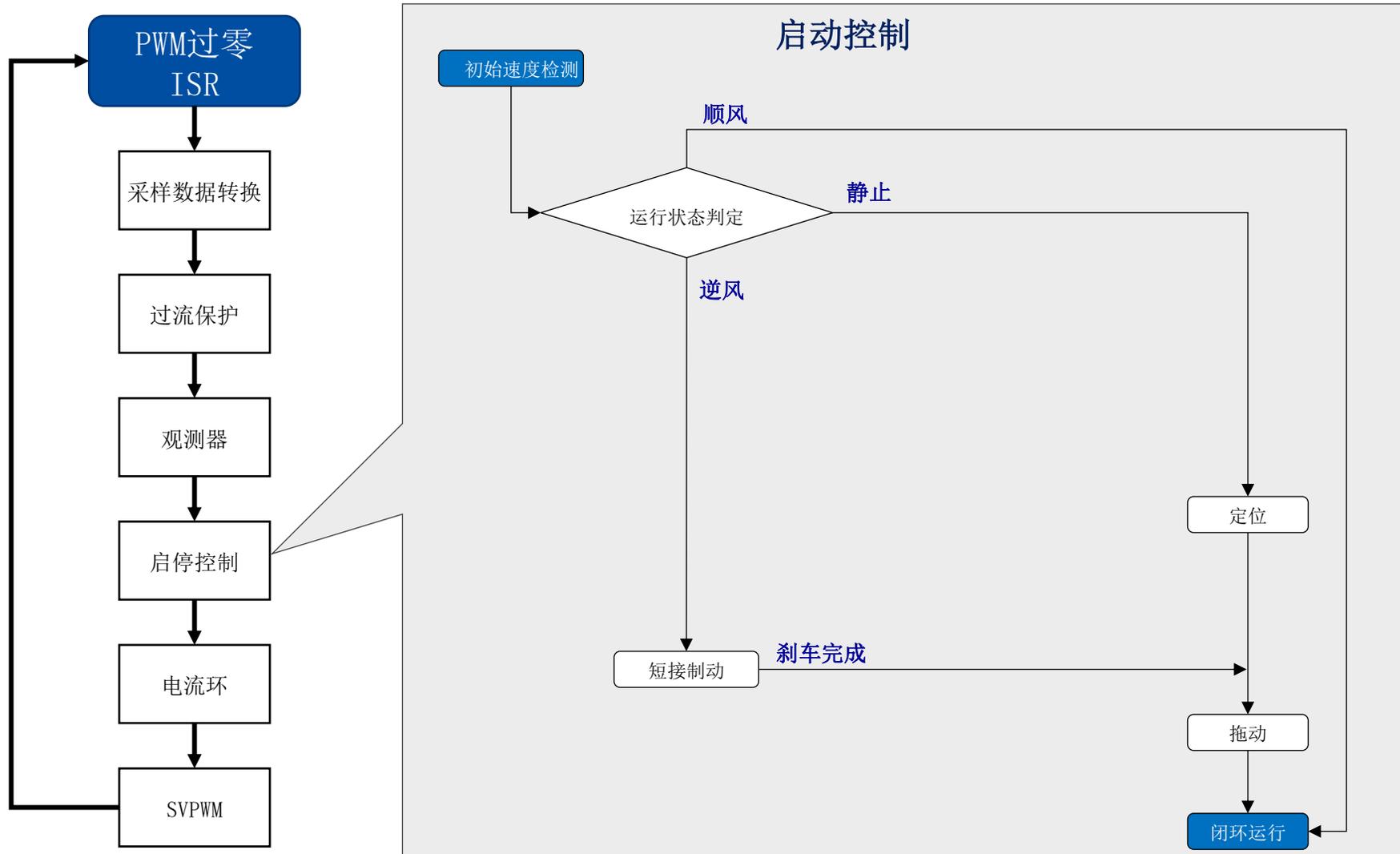
/02

软件架构

系统流程



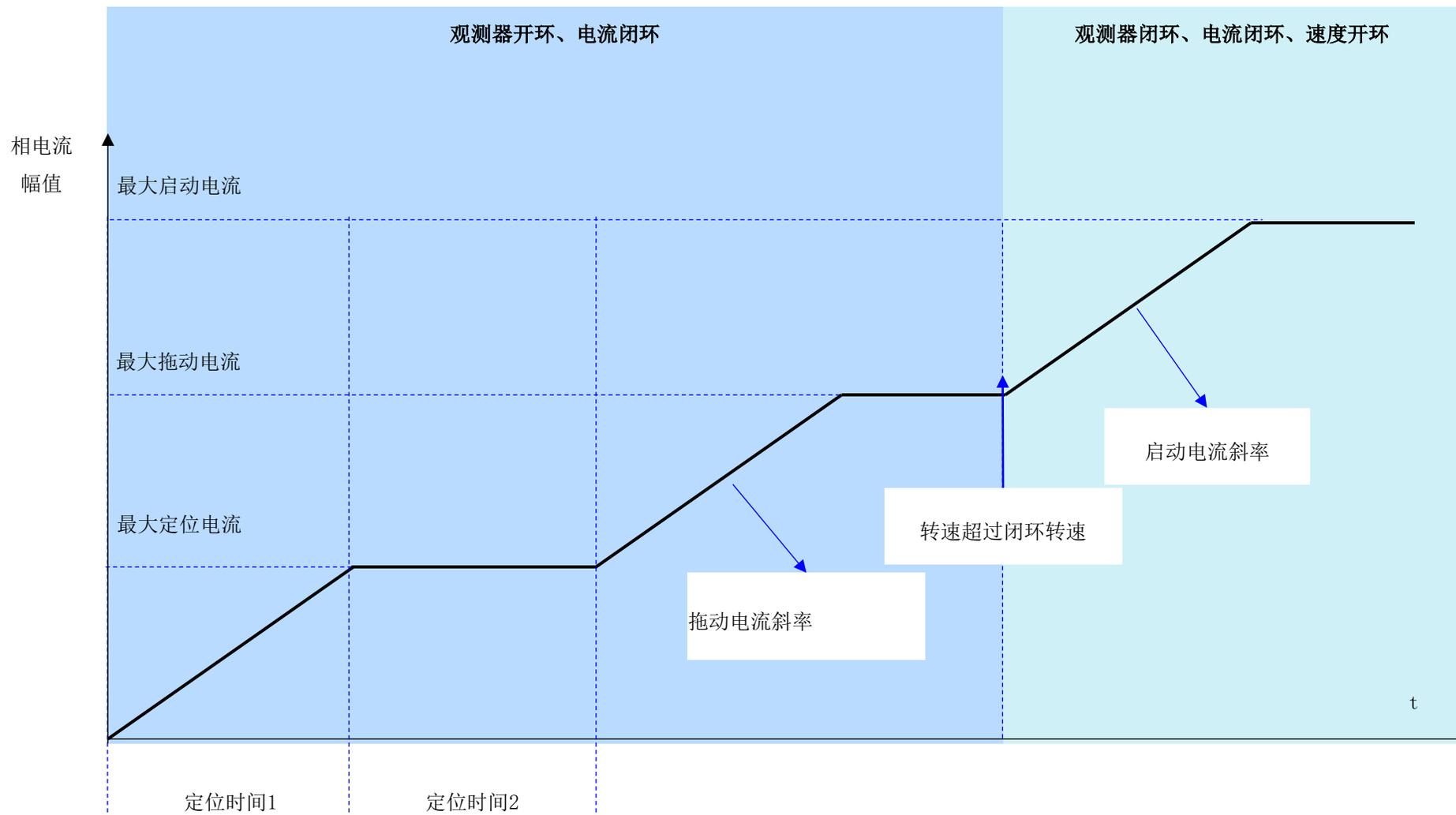
启动流程



/03

启动流程

开环启动流程



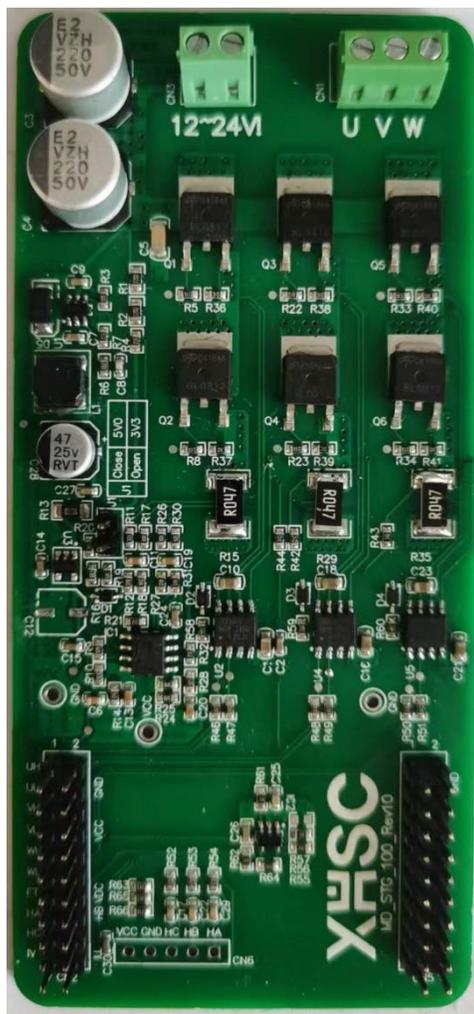
/04

电机运行演示

/05

参数设置

功率板:



- 型号: MD_STG_100_Rev1.0
- 电源输入范围: 12~24VDC
- 输出功率: 100W@24VDC
- 辅助电源: 5V或3.3V (J1闭合为5V, J1断开为3.3V(默认))
- 采样电路: 2相采样
- 保护: 硬件过流保护
- HALL接口: 支持

控制板 (MD_CTL_M120_LQ48_Rev1.0)

- 电源：3.3V
- PWM IO:
 - UH - P15 UL - P14
 - VH - P13 VL - P11
 - WH - P30 WL - P70
- ADC IO:
 - IU - P26
 - IV - P27
 - VDC - P00
 - VSP - P25
- Fault IO:
 - FAULT - P60



控制板 (MD_CTL_F460_LQ48_Rev1.0)

- 电源：3.3V
- PWM IO:
 - UH - PA08 UL - PB13
 - VH - PA09 VL - PB14
 - WH - PA10 WL - PB15
- ADC IO:
 - IU - PA00
 - IV - PA01
 - VDC - PA03
 - VSP - PA05
- Fault IO:
 - FAULT - PB12



硬件参数设置（HC32F460 – 1/3）



	参数	说明	备注
系统时钟	EN_HSRC	选择系统时钟源：内部高速时钟/外部晶振	TRUE/FALSE
	CLK_HSRC_FREQ	内部HRC时钟频率	内置默认16MHz
	CLK_MPLL_N_MUL	MPLL倍频系数	20 <= N <= 480
	CLK_MPLL_P_DIV	PMPLL分频系数	2 <= P <= 16
	CLK_MPLL_Q_DIV	QMPLL分频系数	2 <= P <= 16
	CLK_MPLL_R_DIV	RMPLL分频系数	2 <= P <= 16
	CLK_XTAL_FREQ	外部晶振时钟频率	
电机控制	USE_WATCHDOG	使能看门狗	TRUE/FALSE
	WATCHDOG_MODE	看门狗模式	WATCHDOG_REST/WATCHDOG_IRQ
	SWAP_ROTOR_DIR	设定默认电机转向	TRUE/FALSE
	EN_VSP_CMD	使能电位器调速功能	TRUE/FALSE
ADC采样	ADC_VOLT_REF	ADC单元的参考电压	根据供电电压设定
	ADC_BIT_LENGTH	ADC采样位数	12位ADC
	ADC_CH_VDC	母线电压采样的ADC通道	
	ADC_CH_IU	U相电流采样的ADC通道	
	ADC_CH_IV	V相电流采样的ADC通道	单电阻采样时，忽略此配置
	ADC_CH_VSP	VSP电压采样的ADC通道	

硬件参数设置 (HC32F460 -2/3)



	参数	说明	备注
PWM引脚	PWM_ACTIVE_LEVEL	PWM有效电平设置: 1. PWM_ACTIVE_LEVEL_HH: 上高下高 2. PWM_ACTIVE_LEVEL_LL: 上低下低 3. PWM_ACTIVE_LEVEL_LH: 上低下高 4. PWM_ACTIVE_LEVEL_HL: 上高下低	根据硬件设定正确的驱动电平, 错误的设置可能导致硬件损坏
	MTR1_PWM_UH	U相上管PWM输出引脚	TIM4_1_UH_PA08 TIM4_1_UH_PE09
	MTR1_PWM_UL	U相下管PWM输出引脚	TIM4_1_UL_PA07 TIM4_1_UL_PB13 TIM4_1_UL_PE08
	MTR1_PWM_VH	V相上管PWM输出引脚	TIM4_1_VH_PA09 TIM4_1_VH_PE11
	MTR1_PWM_VL	V相下管PWM输出引脚	TIM4_1_VL_PB00 TIM4_1_VL_PB14 TIM4_1_VL_PE10
	MTR1_PWM_WH	W相上管PWM输出引脚	TIM4_1_WH_PA10 TIM4_1_WH_PE13
	MTR1_PWM_WL	W相下管PWM输出引脚	TIM4_1_WL_PB01 TIM4_1_WL_PB15 TIM4_1_WL_PE12

硬件参数设置（HC32F460 -3/3）



	参数	说明	备注
硬件 过流保护	HW_OCP_SRC	硬件过流信号源设定： 1. HW_OCP_SRC_IO：使用IO引脚 2. HW_OCP_SRC_VC：使用内置电压比较器	
	HW_OCP_CMP_UNIT	使用内置比较器时，使用的比较器单元	1：CMP1，2：CMP2，3：CMP3
	HW_OCP_CMP_INP_CH	比较器INP通道	1，2，3，4
	HW_OCP_CMP_DA_DATA	设置DAC输出电压	0~255
	INIT_HW_OCP_CMP_INP	比较器INP端口模拟功能使能	
	HW_OCP_EMB_LEVEL	使用IO引脚为过流信号源时，过流时的IO电平	0：low，1：high
	INIT_HW_OCP_EMB_IO	EMB端口功能设置	

硬件参数设置 (HC32M120 -1/3)



	参数	说明	备注
系统时钟	EN_HSRC	选择系统时钟源：内部高速时钟/外部晶振	TRUE/FALSE
	CLK_HSRC_FREQ	内部HRC时钟频率	固定使用8MHz
	CLK_MAIN_MUL	内部HRC时钟倍频系数	根据芯片时钟允许范围配置
	CLK_XTAL_FREQ	外部晶振时钟频率	
	CLK_MAIN_MUL	外部晶振时钟倍频系数	
电机控制	USE_WATCHDOG	使能硬件看门狗	TRUE/FALSE
	WATCHDOG_MODE	看门狗模式	复位、中断
	USE_INTERNAL_OPA1	使用内部OPA1	TRUE/FALSE
	USE_INTERNAL_OPA2	使用内部OPA2	TRUE/FALSE
	EN_VSP_CMD	使能电位器调速功能	TRUE/FALSE
ADC采样	ADC_VOLT_REF	ADC单元的参考电压	根据供电电压设定
	ADC_BIT_LENGTH	ADC采样位数	12位ADC
	SHUNT_NUM	相电流采样方式	仅支持双电阻采样
	ADC_CH_VDC	母线电压采样的ADC通道	
	ADC_CH_IU	U相电流采样的ADC通道	
	ADC_CH_IV	V相电流采样的ADC通道	
	ADC_CH_VSP	VSP电压采样的ADC通道	

硬件参数设置 (HC32M120 -2/3)



	参数	说明	备注
PWM引脚	PWM_ACTIVE_LEVEL	PWM有效电平设置: 1. PWM_ACTIVE_LEVEL_HH: 上高下高 2. PWM_ACTIVE_LEVEL_LL: 上低下低 3. PWM_ACTIVE_LEVEL_LH: 上低下高 4. PWM_ACTIVE_LEVEL_HL: 上高下低	根据硬件设定正确的驱动电平, 错误的设置可能导致硬件损坏
	MTR1_PWM_UH	U相上管PWM输出引脚	TIM4_UH_P15 TIM4_UH_P61
	MTR1_PWM_UL	U相下管PWM输出引脚	TIM4_UL_P14 TIM4_UL_P60
	MTR1_PWM_VH	V相上管PWM输出引脚	TIM_VH_P13 TIM_VH_P31
	MTR1_PWM_VL	V相下管PWM输出引脚	TIM4_VL_P11 TIM4_VL_P62
	MTR1_PWM_WH	W相上管PWM输出引脚	TIM4_WH_P12 TIM4_WH_P30
	MTR1_PWM_WL	W相下管PWM输出引脚	TIM4_WL_P10 TIM4_WL_P70

硬件参数设置 (HC32M120 -3/3)



	参数	说明	备注
硬件 过流保护	HW_OCP_SRC	硬件过流信号源设定: 1. HW_OCP_SRC_IO: 使用IO引脚 2. HW_OCP_SRC_VC: 使用内置电压比较器	
	HW_OCP_CMP_UNIT	使用内置比较器时, 使用的比较器单元	1: CMP1, 2: CMP2, 3: CMP3
	HW_OCP_CMP_IVCMP	使用内置比较器时, 硬件过流信号对应的比较器输入通道(IVCMP_x)	0: IVCMP_0, 1: IVCMP_1, 2: IVCMP_2
	HW_OCP_EMB_LEVEL	使用IO引脚为过流信号源时, 过流时的IO电平	0: low, 1: high
	HW_OCP_EMB_IN_IO	使用IO引脚为过流信号源时, 选择EMB引脚: 0→P16, 1→P60	

用户参数设置（控制器基本参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_i32CarrierFreqHz	TBD	PWM载波频率。根据硬件特性、电机特性、噪音需求选取合适的值即可 1. 4~24kHz 2. 提高载波频率可减小电磁噪音和电流纹波，但是会增大开关损耗
ui_i32SysTickerFreqHz	2000	推荐使用1~4kHz。根据应用特征，保证时间足够完成运算，精度满足需求即可
ui_f32DeadTimeUs	2.0	死区时间，根据驱动电路设置。 1. 减小死区时间可以有效提高电机的低速性能、减小因死区造成的电流谐波 2. 过小的死区时间可能导致上下管直通，造成器件损坏
ui_f32MaxDutyRatio	0.78	SVPWM调制中，非零矢量最大作用时间
ui_f32AdcTrigTimeUs	0.5	ADC扫描采样的触发时间。

用户参数设置（电机参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_i32PolePairs	TBD	根据实际值设置
ui_f32Rs	TBD	根据实际值设置
ui_f32Ld	TBD	根据实际值设置
ui_f32Lq	TBD	根据实际值设置
ui_f32Ke	TBD	根据实际值设置
ui_f32BaseVoltage	V_r	建议设置为额定工作条件下的相电压幅值
ui_f32BaseCurrent	I_r	建议设置为额定工作条件下的相电流幅值
ui_f32BaseFrequency	$0.25 \cdot f_{max}$	建议设置为1/4最高电转速
ui_i32MinSpeedRpm	n_{min}	最小允许转速 1. 在无传感器控制系统中，随着工作转速的降低，观测器的收敛可能无法保证 2. 建议最小转速大于最高转速的20%
ui_i32MaxSpeedRpm	n_{max}	速度控制模式下的最大工作转速 功率控制、扭矩控制模式下的默认限速值
ui_f32MaxNormaIs	I_{max}	正常运行时的最大相电流幅值，需要根据电机设定
ui_f32MaxStartIs	I_{max}	启动时的最大相电流幅值 1. 可简单设置为正常运行的最大电流 2. 减小启动电流，可以缓解速度超调，但是加速时间会变长。如果启动失败，可以尝试增大启动电流 3. 增大启动电流可以有效的增大启动力矩，提高启动的成功率，但可能带来速度超调、启动冲击
ui_f32AccHzPerSec	TBD	根据实际需求设置
ui_f32DecHzPerSec	TBD	根据实际需求设置

用户参数设置（观测器参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_f32ObsStableTimeMs	500	电机初始运动状态检测时，观测器所需的稳定时间 1. 建议设置为200~500ms 2. 过小的观测器稳定时间可能导致电机顺逆风状态无法被正确检测 3. 当电机总是由静止状态启动，而无需检测时，可以设置此参数为零
ui_f32MinObservableWr	$0.25 \cdot f_{min}$	观测器能观测的最小转速，也用于分辨电机处于静止状态还是顺逆风状态 1. 大约可设置为最高转速的2%~5%
ui_f32FluxObsGamma	-	观测器反馈增益
ui_f32FluxObsPLLKp	-	观测器PLL锁相环Kp系数
ui_f32FluxObsPLLKi	-	观测器PLL锁相环Ki系数

用户参数设置 (PI参数)



	参数	参考设定	设置方法
速度环PI	ui_f32SpdKp	TBD	建议根据调试情况设置
	ui_f32SpdKi	TBD	建议根据调试情况设置
	ui_f32MaxSpdErr	$0.1 \cdot f_{max}$	设置后, 应当检查标定后的 $K_p e_{max}$ 不溢出
d轴电流PI	ui_f32IdKp	$2\pi f_{max} L_d$	$2\pi f_c L_d$
	ui_f32IdKi	$2\pi f_{max} R_s$	$2\pi f_c R_s$
	ui_f32MaxIdErr	I_{max}	建议设置为最大运行电流
q轴电流PI	ui_f32IqKp	$2\pi f_{max} L_q$	$2\pi f_c L_q$
	ui_f32IqKi	$2\pi f_{max} R_s$	$2\pi f_c R_s$
	ui_f32MaxIqErr	I_{max}	建议设置为最大运行电流

用户参数设置（静止启动参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_f32AlignCurrent	TBD	转子预定位的最大电流 1. 若无预定位过程，此电流将作为拖动、或闭环启动的初始电流 2. 建议 $\leq I_{max}$
ui_f32_1stAlignTimeMs	TBD	第一阶段预定位时间。该时间段内，电流将从零线性增大到最大预定位电流
ui_f32_2ndAlignTimeMs	TBD	第二阶段预定位时间。该时间段内，拖动电机转动设定的角度
ui_f32_3rdAlignTimeMs	TBD	第三阶段预定位时间。该时间段内，电流将保持为最大预定位电流, 在最后的拖动位置
ui_f32_2ndAlignFwdTheta	TBD	第二阶段定位时间内，电机向前前进角度
ui_f32ForceCurrentSlop	TBD	开环拖动过程中，电流的上升斜率
ui_f32ForceAccRate	TBD	开环拖动的加速度 1. 此拖动加速度不会显著的体现在拖动过程中 2. 可快速设置此加速度为电机的最大加速度
ui_f32MaxForceSpd	TBD	闭环转速。当观测器的观测转速大于闭环转速时，系统将逐步切入观测器闭环状态，系统先开环拖动电机，超过此转速后进入闭环

用户参数设置（逆风启动参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_f32HeadWindStartCurrent	TBD	逆风启动中，当转速过零时的拖动电流
ui_f32HeadWindMaxForceSpd	TBD	逆风启动时，转速过零时的最大拖动转速 1. 不建议使用过大的最大拖动转速
ui_f32HeadWindForceAccRate	TBD	逆风启动时，转速过零时的拖动加速度 1. 需要根据拖动电流、转动惯量和实际调试来确定
ui_f32MinShortBrakeTimeMs	TBD	短接制动的最小制动时间 1. 设置此时间，以保证下管闭合后，电机可建立有效电流以检测转速
ui_f32MaxShortBrakeTimeMs	TBD	短接制动的最大制动时间 1. 设置此时间，以保证最大逆风转速条件下，可有效的刹停电机 2. 若超过此时间电机仍未停止，将尝试拖动电机启动
ui_f32ShortBrakeEndIs	TBD	短接制动完成时的阈值电流。 1. 当相电流幅值小于此电流时，系统判定电机已经停止 2. 应设置此阈值电流大于零，否则无法检测到电机停机 3. 可通过测试电机即将停机时的相电流来设置

用户参数设置（母线电压保护参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_f32AbnormHighVbus	$1.30 \cdot V_{dc}$	异常高电压的保护点 1. 需根据硬件、电机的耐压设定
ui_f32AbnormLowVbus	$0.60 \cdot V_{dc}$	异常低电压的保护点 1. 需根据硬件能可靠工作的电压点来设定
ui_f32AbnormalVbusTimeUs	500	持续发生异常高电压、或异常低电压，且超过设定时间后，进入保护
ui_f32OverVoltageProtThold	$1.25 \cdot V_{dc}$	过压的保护点，一般设定此点电压低于异常高电压，且检测时间略大于异常电压检测时间
ui_f32OverVoltageTimeUs	1000	持续发生过压，且超过设定时间后，进入保护
ui_f32UnderVoltageProtThold	$0.65 \cdot V_{dc}$	欠压的保护点，一般设定此点电压高于异常低电压，且检测时间略大于异常电压检测时间
ui_f32UnderVoltageTimeUs	1000	持续发生欠压，且超过设定时间后，进入保护

用户参数设置（过流保护参数）



参数	参考设定	设置方法
ui_f32PeakOverCurrThold	$1.5 \cdot I_{max}$	峰值过流保护点，当相电流幅值持续大于此阈值后，进入峰值过流保护
ui_f32PeakOverCurrTimeUs	500	峰值过流保护响应时间
ui_f32PeakOcpErrClrTimeMs	TBD	峰值过流发生后，当电流恢复正常且超过设定时间后，自动清除故障

系统中，故障码以无符号32位数据存储(`g_stcMotorRunPara.u32FaultCode`)，每种故障占用一个比特位。当发生多个故障时，故障码为“加” (按位“或”)的关系。例如，当同时发生峰值软件过流和硬件过流故障时，故障码为：

$$0x00000002 + 0x00000008 = 0x0000000A$$

发生故障后，系统根据故障类型采用不同应对策略：

1. 延时后自动清除
2. 故障消失后自动清除
3. 发生故障后，重新上电和复位后清除

用户可以根据实际需求，增加故障应对策略以符合产品需求，例如强制清除故障并尝试重启。

故障处理（故障列表）



故障名	故障码	故障说明	自动清除
ERR NONE	0x00000000	无故障	-
ERR AD OFFSET	0x00000001	相电流采样的偏置错误	N
ERR OC PEAK	0x00000002	峰值过流保护	Y
ERR OC RMS	0x00000004	持续过流保护	Y
ERR OC HW	0x00000008	硬件过流保护	N
ERR VDC OV	0x00000010	过压保护	Y
ERR VDC UV	0x00000020	欠压保护	Y
ERR VDC ABNORM	0x00000040	母线电压异常（过高、过低）	Y
ERR MOTOR OP	0x00000080	未启用。电机过功率	-
ERR MOTOR OT	0x00000100	未启用。电机过热	-
ERR IPM OT	0x00000200	IPM模块过热	-
ERR LOCK ROTOR	0x00000400	堵转保护	Y
ERR LACK PHASE	0x00000800	缺相保护	N
ERR COMM	0x00001000	未启用。通信故障	-
ERR SWWD INT	0x00002000	未启用。发生软件看门狗中断事件	-
ERR HWWD INT	0x00004000	未启用。发生硬件看门狗中断事件	-
ERR UNDEF INT	0x00008000	发生未定义的中断事件	N
ERR DMA FAIL	0x00010000	ADC采样时序故障	N
ERR SYS CLK	0x00020000	系统时钟配置错误	N
ERR IPD ERR	0x00040000	初始位置检测功能故障	N

故障处理（ADC偏置错误 - ERR_AD_OFFSET）



故障名	故障码	原因	对策
ERR_AD_OFFSET	0x00000001	硬件采样电路故障	检查电流采样引脚输入是否为 $\frac{V_{CC}}{2}$ ，检查电路的连通性、器件是否正确焊接
		硬件电路的采样偏置不是 $\frac{V_{CC}}{2}$	根据采样电路计算偏置，并根据设计偏置修改ui_i32IuvwRefOffset
		硬件采样电路器件一致性差，导致实际的偏置较大	增大偏置的允许公差 ui_i32IuvwMaxOffsetBias
		ADC通道配置错误	根据硬件电路配置采样通道

故障处理（软件峰值过流故障 - ERR_OC_PEAK）



故障名	故障码	原因	对策
ERR_OC_PEAK	0x00000002	过流保护点太低	根据最大运行电流，设置合适的保护点
		自举电容充电瞬间造成过流	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在自举电容的充电回路中增加限流电阻 2. 设置自举电容充电的脉宽曲线，以更缓慢的方式充电
		电流采样参数设置错误	检查采样电阻、放大倍数等参数，根据实际电路调整
		电流环PI参数设置不当	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电流环带宽过大，产生严重的电流毛刺。通过电流波形可看到较大幅值的毛刺 2. 电流环带宽过小，造成电流PI超调。从电流波形可以看到电流曲线光滑，但无法跟踪参考电流 3. 电流环PI调节器的允许最大误差太小。设置最大允许误差为最大电流即可
		运转中出现电机缺相	<p>当电机在运行状态下，突然发生缺一相时可能触发过流保护。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 检查电机的相线是否连接正常 2. 检查逆变器电路中的MOS、桥驱等是否工作正常
		PWM极性配置错误	根据桥驱、或IPM的驱动逻辑，配置PWM输出极性(PWM_ACTIVE_LEVEL)

故障处理（硬件过流故障 - ERR_OC_HW）



故障名	故障码	原因	对策
ERR_OC_HW	0x00000008	过流保护点太低、过流保护信号噪音大	根据运行电流，调整保护电路参数，如 1. 调整保护点电压 2. 调整过流保护信号的硬件滤波参数
		参考软件峰值过流故障的原因与对策	

故障处理（过压故障 - ERR_VDC_OV、ERR_VDC_ABNORM）

故障名	故障码	原因	对策
ERR_VDC_OV ERR_VDC_ABNORM	0x00000010 0x00000040	电压采样的分压系数与硬件不一致	检查硬件电路，并对应调整分压系数
		顺逆风启动时，初始状态检测发生过压	<ol style="list-style-type: none"> 1. 顺逆风转速过高，尝试重新启动 2. 增大电流环PI的带宽 3. 增大观测器的BEMF滤波器带宽
		FOC刹车时，造成的反向充电过压	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减小刹车电流 (ui_f32MaxBrakeIs) 2. 减小刹车电流斜率 (ui_f32BrakeIsSlop) 3. 增大刹车电压裕度 (ui_f32VbusMargin)

故障处理（欠压故障 - ERR_VDC_UV、ERR_VDC_ABNORM）

故障名	故障码	原因	对策
ERR_VDC_UV ERR_VDC_ ABNORM	0x00000020	电压采样的分压系数与硬件不一致	检查硬件电路，并对应调整分压系数
	0x00000040	母线电容与电机功率不匹配，造成母线电压纹波过大	增大母线电容，以减小母线电压纹波

故障处理（采样时序错误 - ERR_DMA_FAIL）

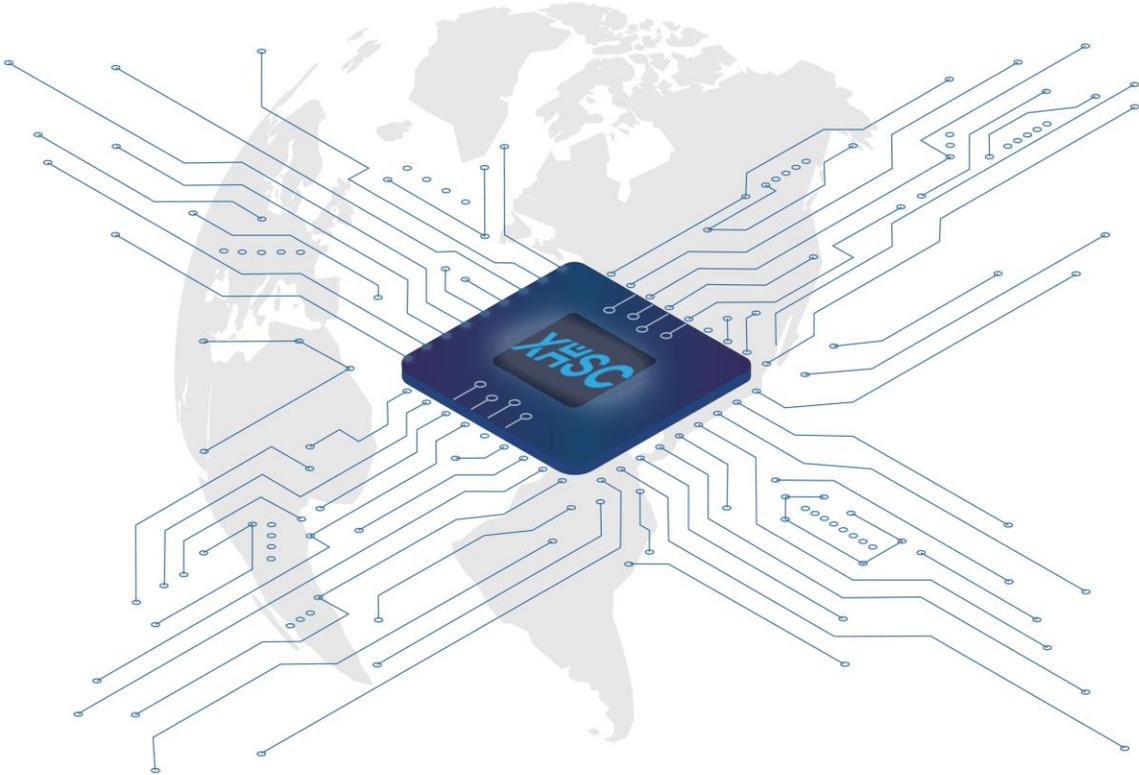


故障名	故障码	原因	对策
ERR_DMA_FAIL	0x00010000	MCU运行后，设置了断点	取消断点，重新上电或复位后再启动
		有更高优先级的中断发生，导致采样数据无法处理	检查是否发生了其它高优先级的中断，并合理安排中断优先级和中断执行代码
		PWM中断处理时间不够	降低载频、尽量不在PWM中断中增加用户代码
		ADC采样的配置错误	参考芯片用户手册，检查ADC采样配置代码和ADC数据转换代码[InitMcu_Adc()、Adc_Sample()]

/06

Q&A

Thanks
And Your Slogan Here



XHSC 小华半导体
XIAOHUA SEMICONDUCTOR

Enric