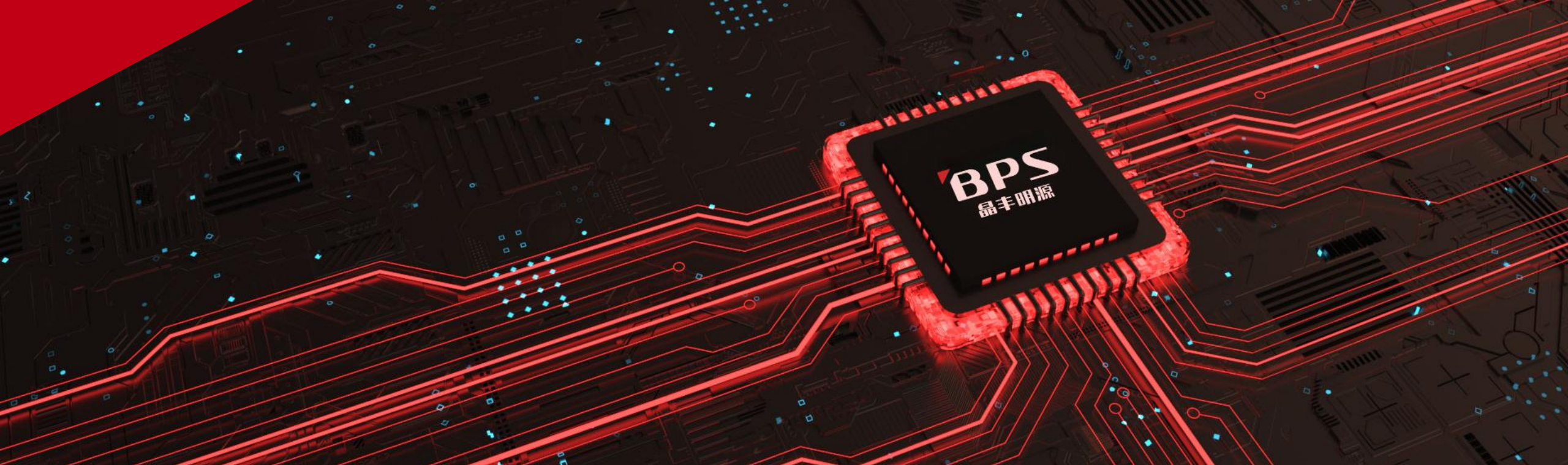




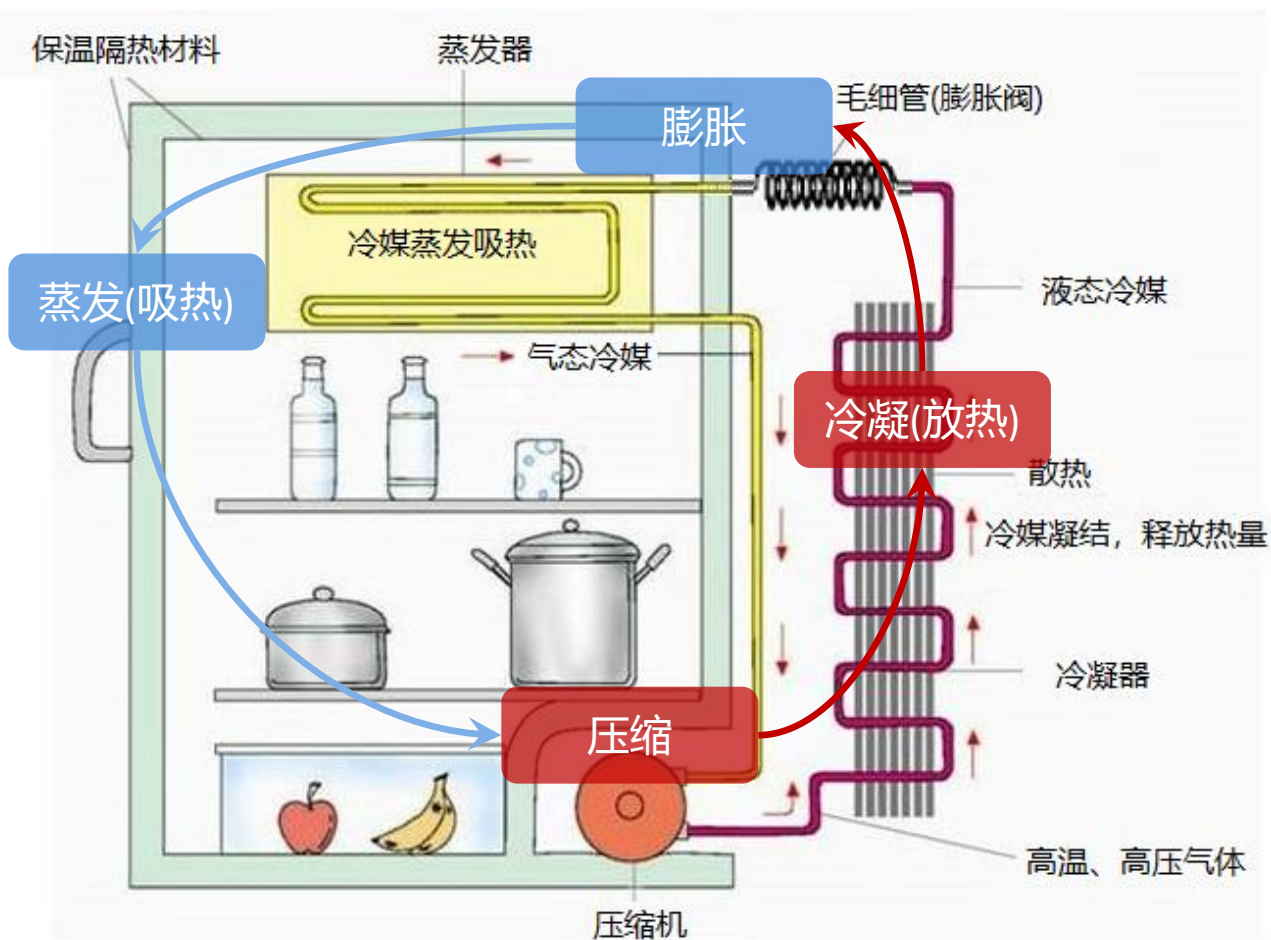
冰箱压缩机控制方案

上海晶丰明源半导体股份有限公司



冰箱制冷原理

冰箱制冷过程



相变制冷:

物质集态的改变称为相变。物质从质密态到质稀态的相变时, 吸收热量; 反之, 当它发生由质稀态向质密态的相变时, 释放热量;

固体相变制冷(冰、干冰)—不可持续

液体相变(蒸发)制冷—可以实现连续制冷;

冷媒:

热量传递的载体, R600a, R290...

冷凝:

高温高压的气态冷媒流经冷凝器, 压力不变, **释放热量**, 变成低温(常温)高压的液态;

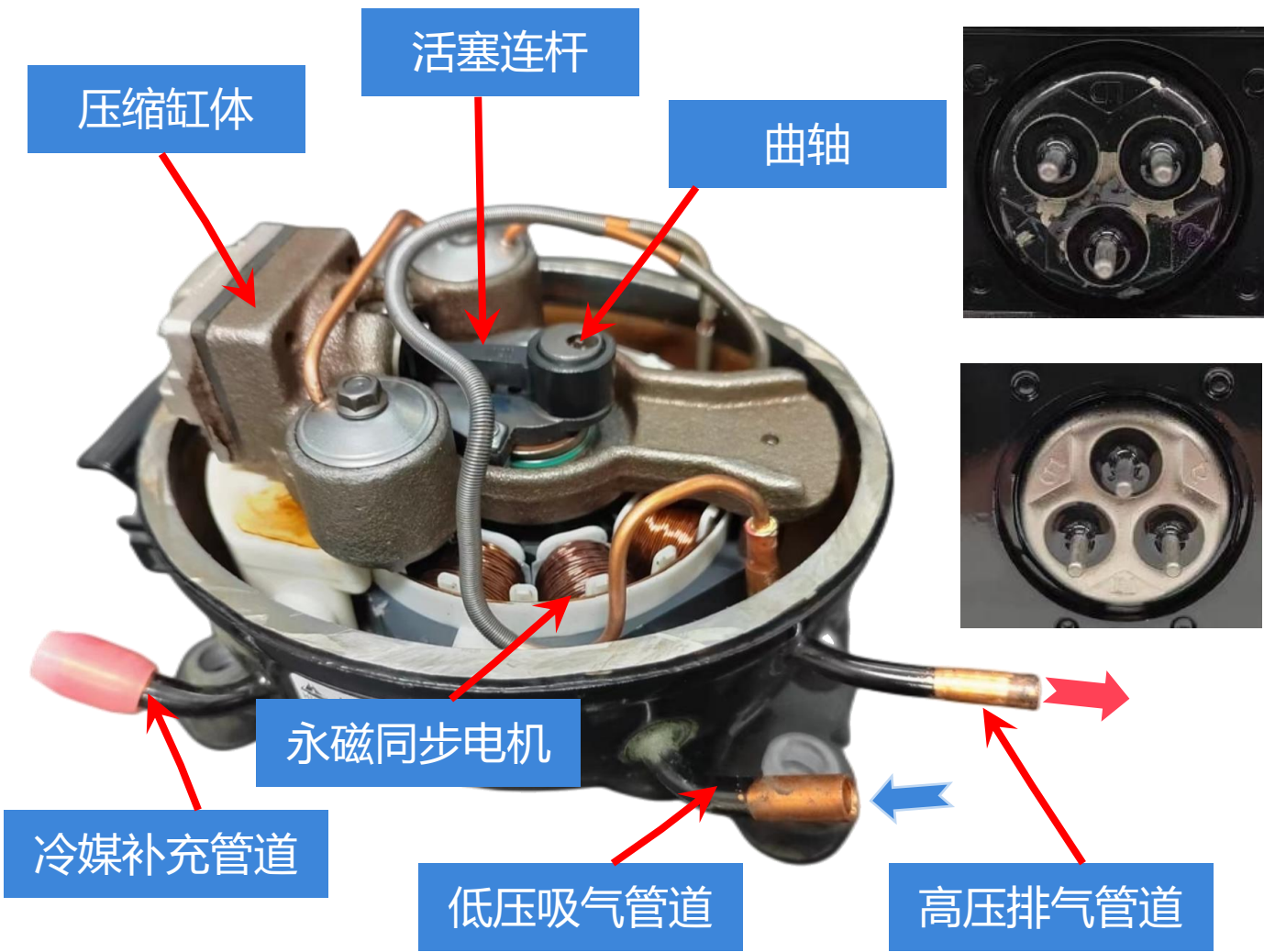
蒸发:

常温高压的液态冷媒通过膨胀阀, 压力瞬间释放, 蒸发, 变成低温低压的气态, **吸收热量**;

压缩:

低温低压的气态冷媒经过压缩机压缩, 变成高温高压的气体;

冰箱压缩机结构/参数

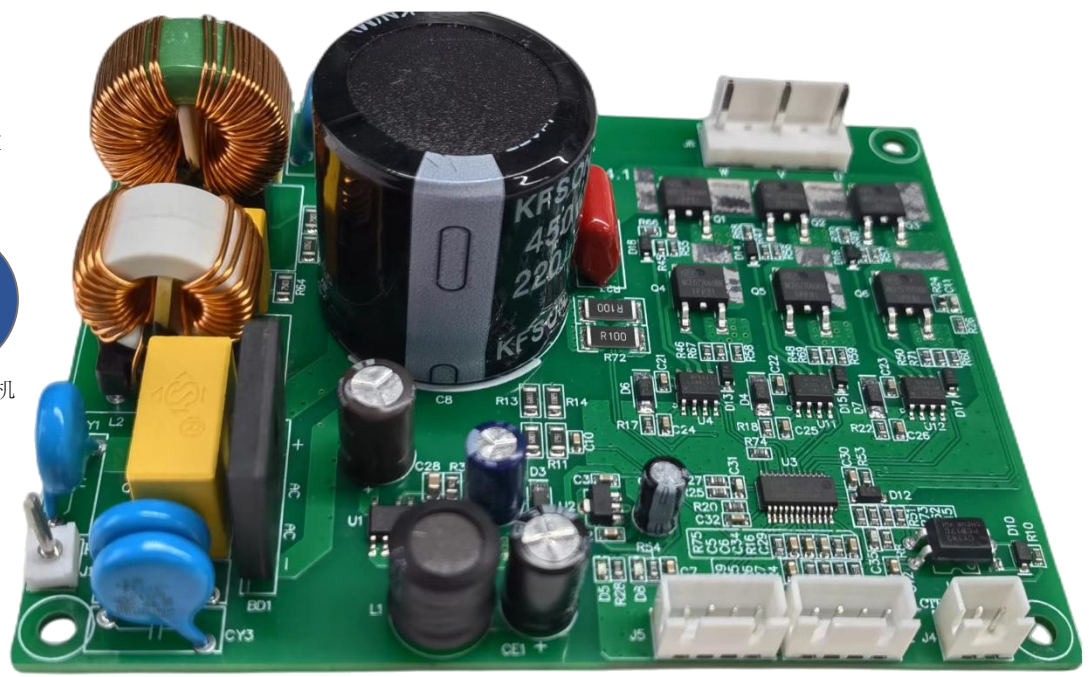
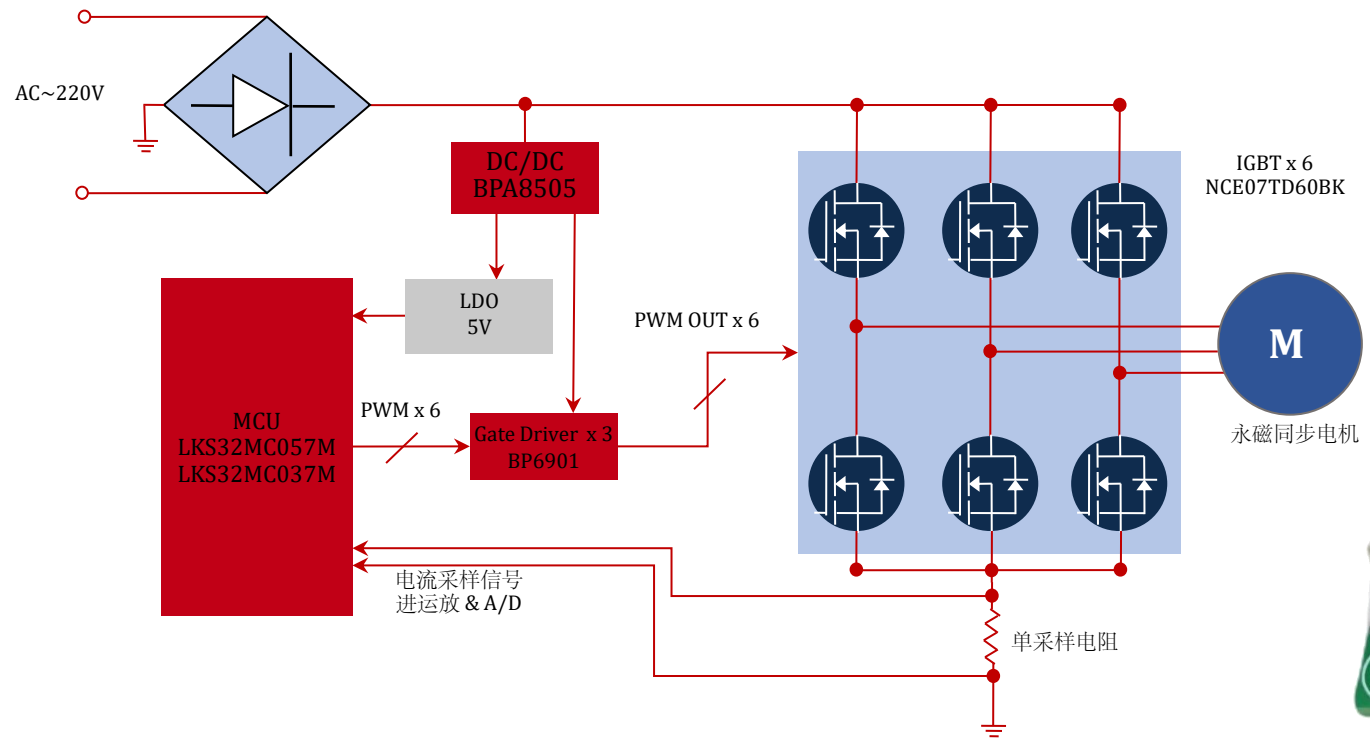


面向接线端子，以任意一个端子为U相，顺时针方向的线序为U->V->W。

重要的压缩机参数		
序号	参数	单位
1	电机极数	极(Pole)
2	D轴电感	毫亨(mH)
3	Q轴电感	毫亨(mH)
4	定子相电阻	欧姆(Ω)
5	反电动势常数Ke	伏/千转 (Vrms/Krpm)
6	退磁电流	安培(A)
7	最大输入功率	瓦(W)
8	最低转速	转/分钟(Rpm)
9	最高转速	转/分钟(Rpm)
10	润滑转速	转/分钟(Rpm)

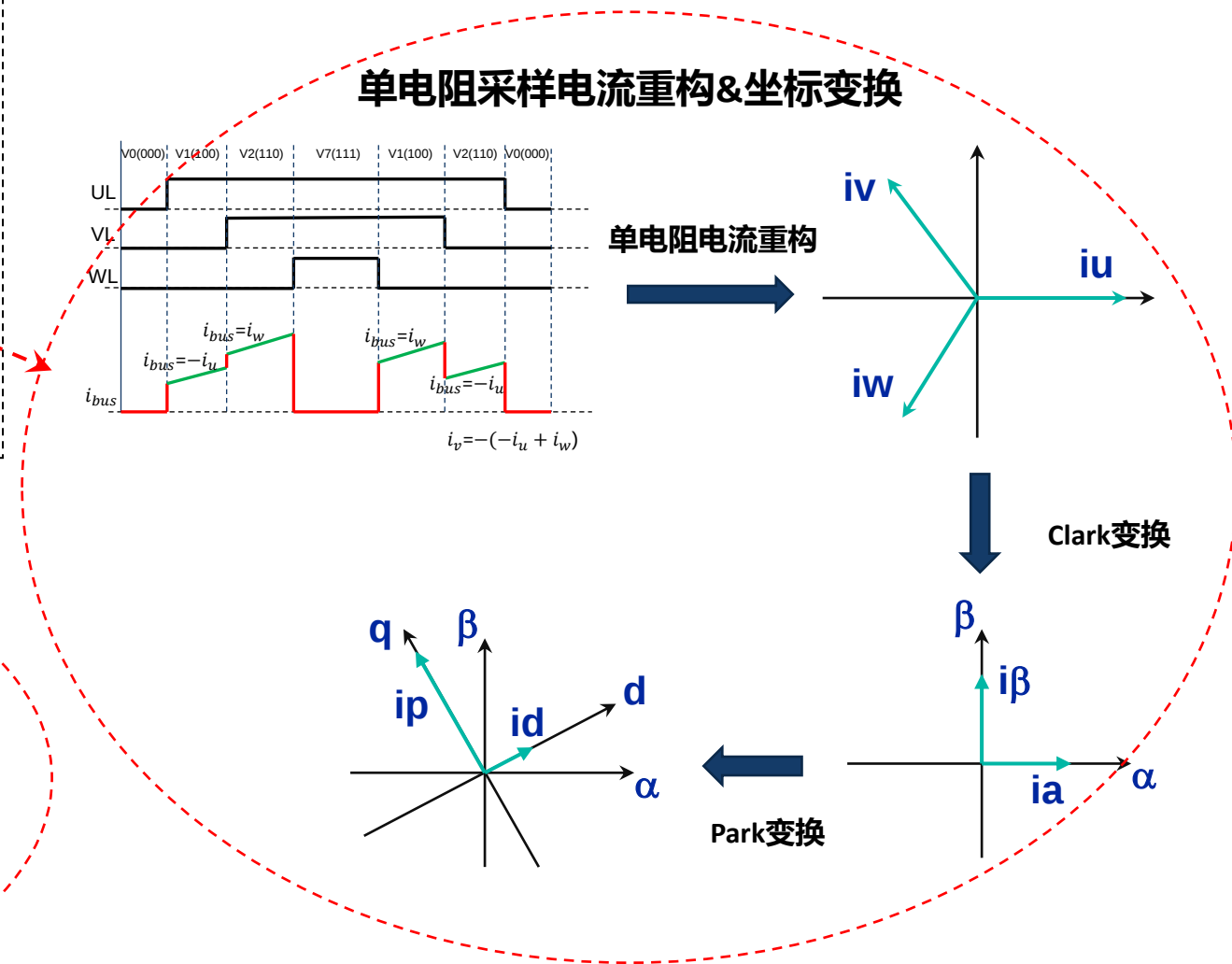
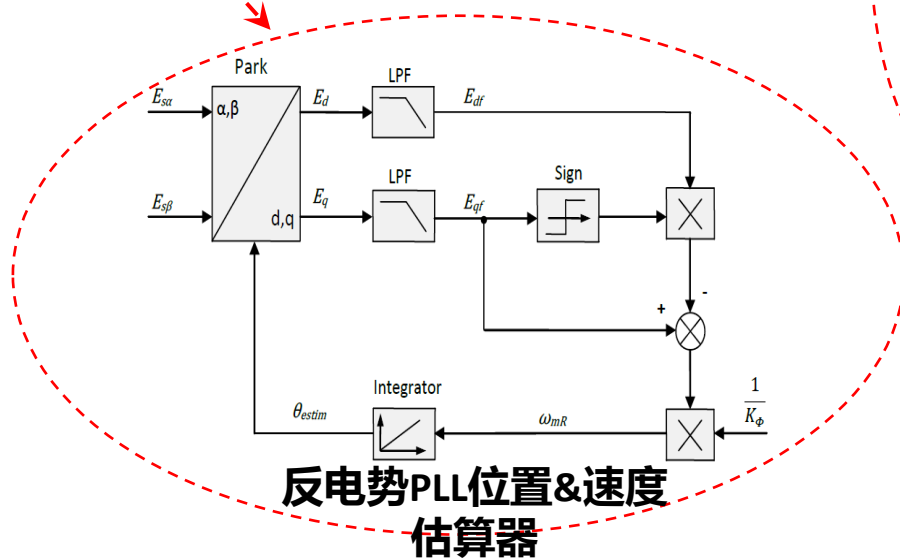
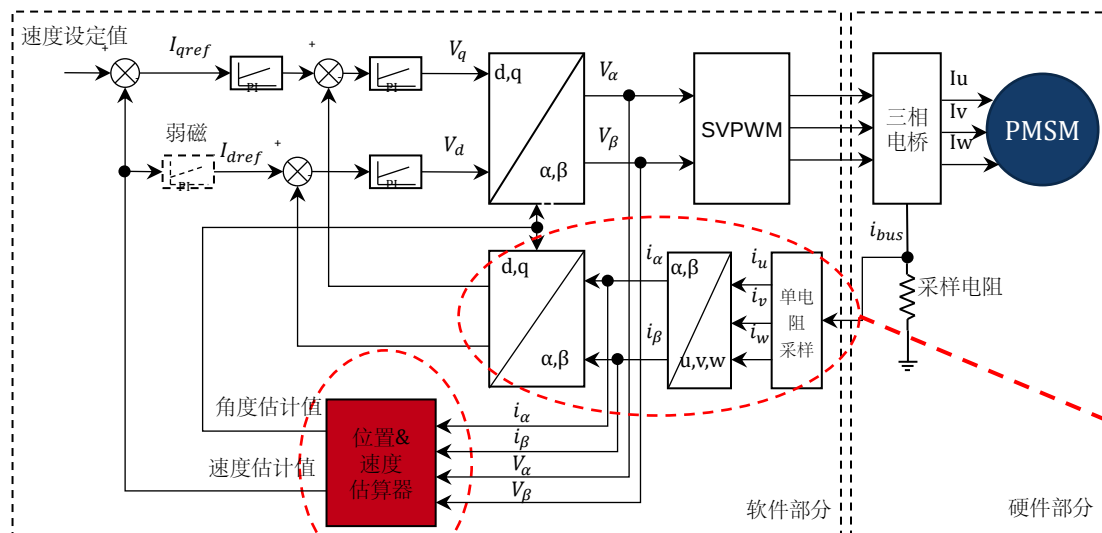


家用冰箱压缩机控制方案



Product	主频 (Hz)	Bit	DSP	Flash/RAM (KB)	Package	Operating Voltage	预驱	CMP	ADC 通道	UART	OPA	典型应用
LKS32MC057M6S8	96M	32	三角函数/开平方	32/2.5	SSOP24	2.2V-5.5V	No	2	1路12bit ADC (11-Input Channel)	2	2	高压电机控制,250W; 单电阻采样, 正弦波无感 FOC ; 过/欠压、软过流+硬过流、堵转、缺相、过功率、过温保护
LKS32MC037M6S8B	48M		除法/开平方	32/4						1	1	

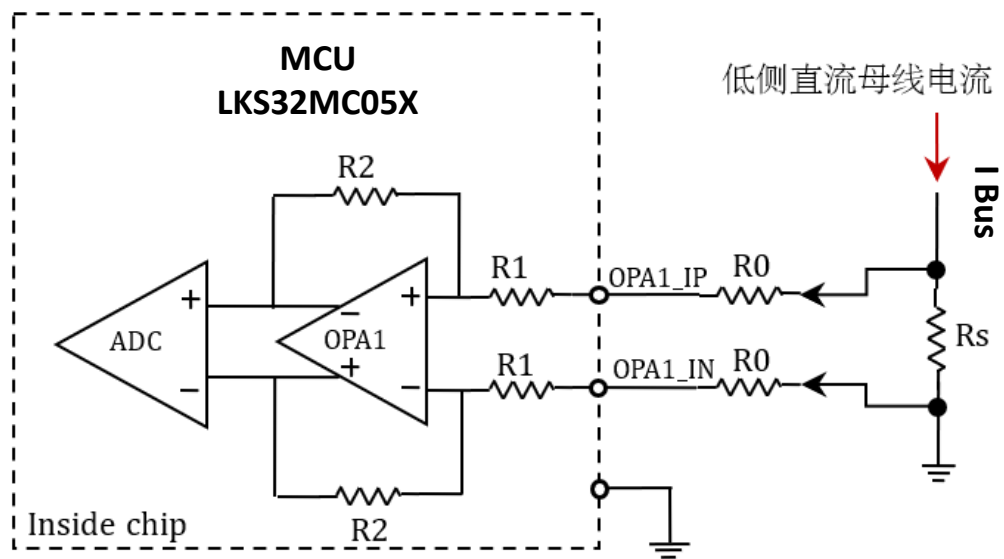
矢量控制(FOC)系统框图



电流采样

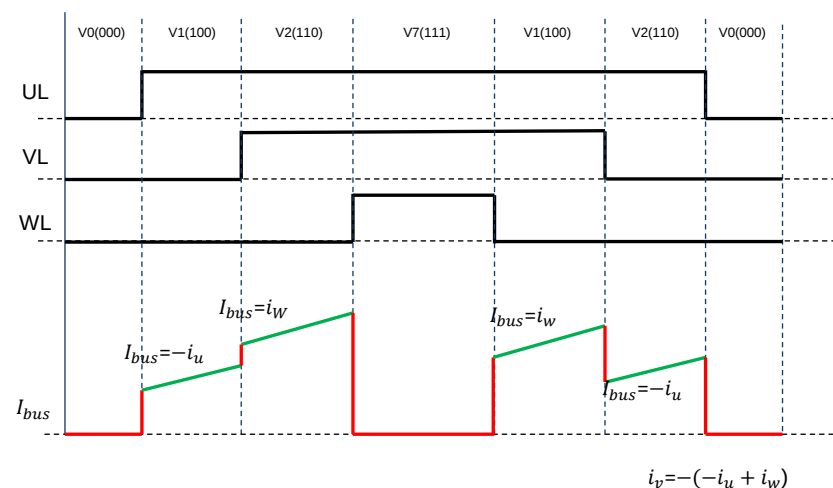
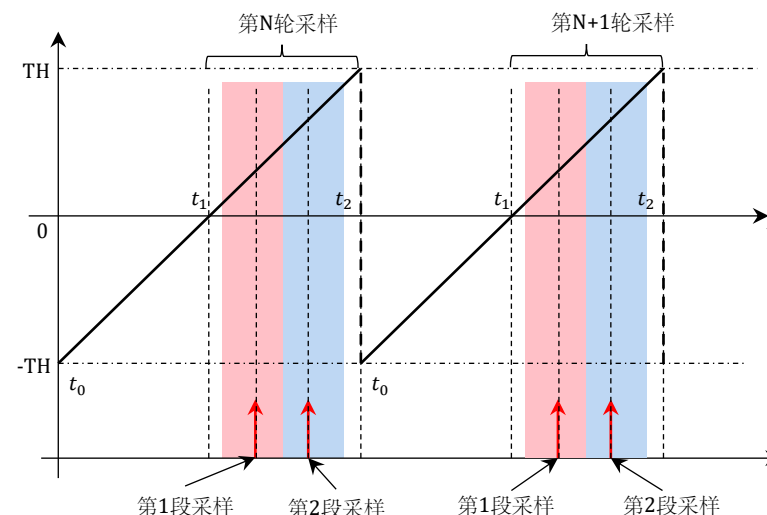
电流采样方案:

- ◆ 单电阻、移相采样;
- ◆ MCU集成12bit ADC模块, 支持负电压输入, 采样电路无需加中点电位偏置;
- ◆ MCU内部集成的差分输入运放, 可通过程序配置寄存器修改运放增益;



R2和R1的阻值可通过寄存器配置

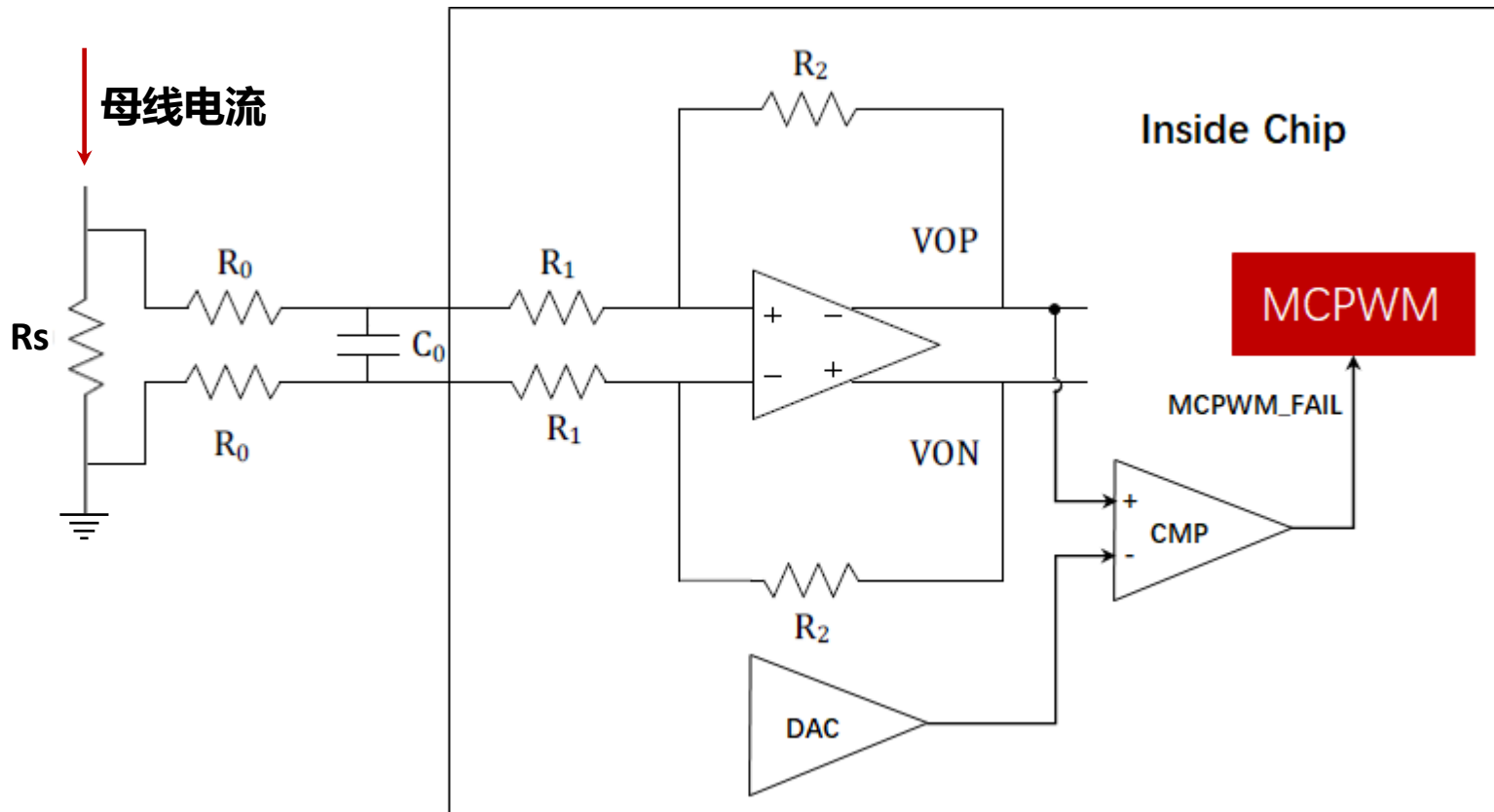
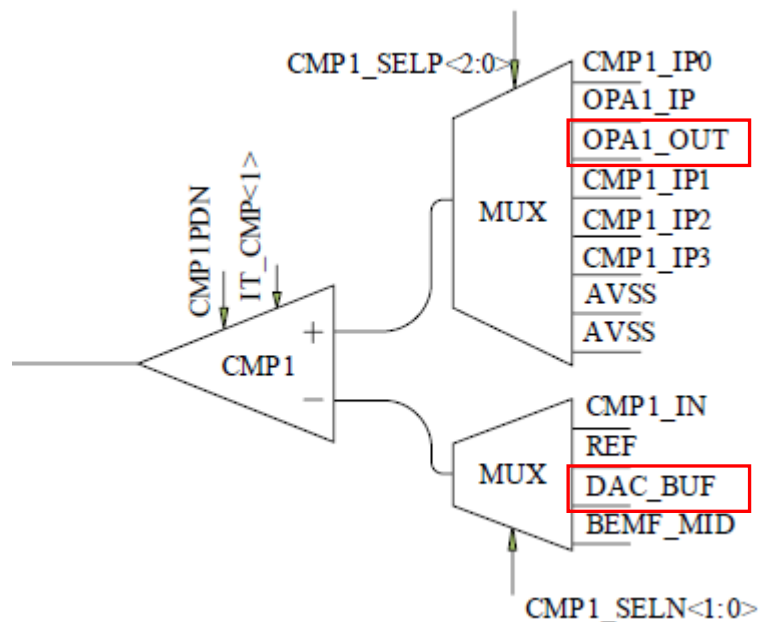
$$\text{Amp} = R2 / (R1 + R0)$$



硬件过流保护

硬件过流保护方案：

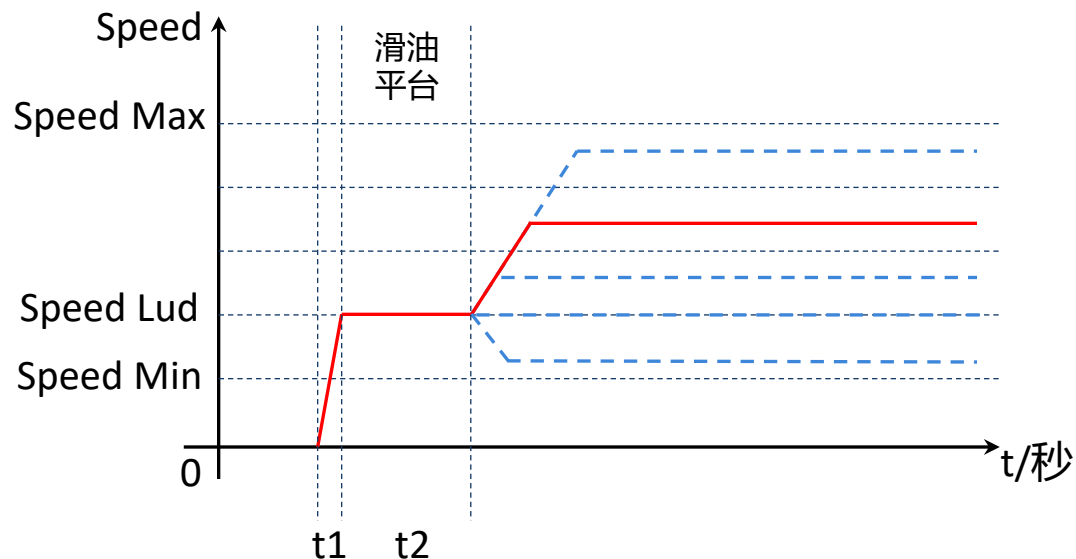
- ◆ 运放输出信号接入比较器正向输入端；



$$D/A \text{ Data} = (((R_s * I_{max} * Amp) / 2 + V_{cm}) * 2^n) / V_{ref}$$

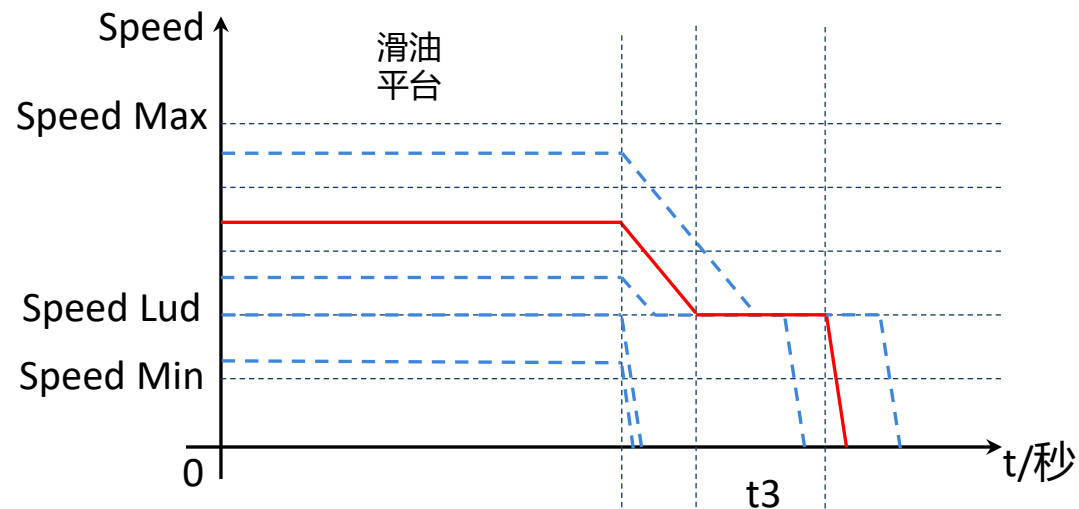
R_s 为采样电阻阻值, I_{max} 为过流保护点, Amp 为运放放大倍数, $n=D/A$ 位数, V_{ref} 为D/A最大量程

压缩机启动/停机



压缩机启动:

- ◆ 5秒内速度稳定在润滑转速 ($t1 \leq 5S$) ;
- ◆ 润滑转速持续至少15秒 ($t2 \approx 15S$) ;
- ◆ 润滑结束后, 提速/减速到目标转速 (加/减速度建议不超过 $2Hz/S$) ;



压缩机停机:

- ◆ 故障时, 直接停机;
- ◆ 如果调速信号为0, 当前转速小于等于停机转速, 直接停机;
- ◆ 如果调速信号为0, 当前转速大于停机转速, 先降速到停机转速, 并维持5秒后再停机 ($t3=5S$) ;

冰箱压缩机调试环境

硬件环境:

- ◆ 压缩机启动测试台(AC可调电源);
- ◆ 冰箱压缩机;
- ◆ 示波器、电流探头;
- ◆ Jlink+USB隔离器;

家用机启动压力要求:

- ◆ 背压启动最低要求, 吸气0Mpa, 排气0.45Mpa;
- ◆ 平衡压启动最低要求, 吸气0.45Mpa, 排气0.45Mpa;

商用机启动压力要求:

- ◆ 背压启动最低要求, 吸气0.5Mpa, 排气1.8Mpa;
- ◆ 平衡压启动最低要求, 吸气1.0Mpa, 排气1.0Mpa;

AC电源要求:

- ◆ AC220V $\pm$ 20%输入时(176V~264V), 必须在启动压力要求下能正常启动, 压缩机不能明显振荡, 撞缸;





压缩机控制参数配置

在文件” motorParaInterface.c”中定义电机控制参数

#define “压缩机型号”

#ifdef “压缩机型号x”
控制参数.....
控制参数.....

#endif

#ifdef “压缩机型号y”
控制参数.....
控制参数.....

#endif

```
#define xxxxxx
//#define yyyyyy

#ifdef xxxxxx
/*****Motor Parameters*****/
uint8_t motor_Pole_Pairs = 2; //极对数
float motor_Ld = 49.6; //d轴电感, 单位: mH
float motor_Lq = 49.6; //q轴电感, 单位: mH
float motor_Rs = 22.0; //线电阻, 单位: 欧姆
float motor_Va = 25.5; //反电动势系数, 单位: V/mms/VDmm
/*****PI Parameters Regulate information*****/
float motor_Dki = 0.7; //d轴电流环积分系数
float motor_Dkp = 60.2; //d轴电流环比例系数
float motor_Qki = 0.7; //q轴电流环积分系数
float motor_Qkp = 60.2; //q轴电流环比例系数

float motor_Ski = 10; //速度环积分系数
float motor_Skp = 160; //速度环比例系数

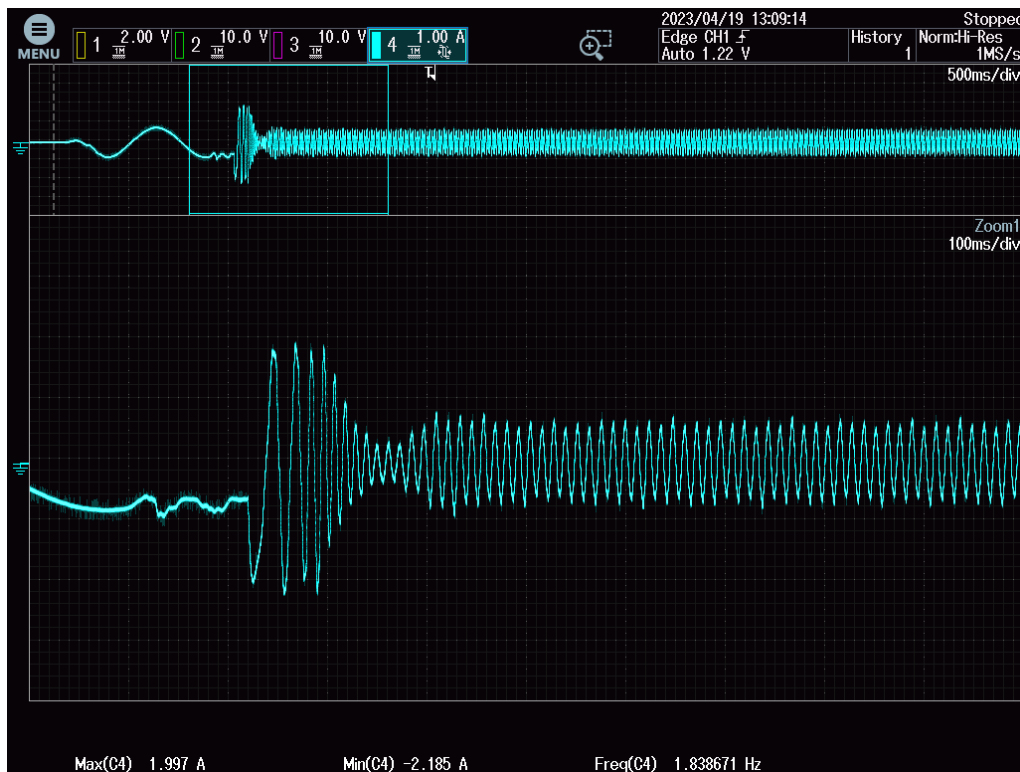
float motor_Acceleration_Hz = 2.0; //速度环加速度, 单位: Hz/秒
float motor_Deceleration_Hz = 2.0; //速度环减速度, 单位: Hz/秒
/*****Motor Startup Parameter*****/
float motor_OpenLoopCurrent_Inc_APS = 4.0; //开环电流增长率, 单位: A/秒
float motor_OpenLoop_CurrentA = 0.6; //定位电流, 单位: A
float motor_OrientTime_S = 0.1; //定位结束时间, 单位: s
float motor_ForceForwardAngle = 0; //定位结束, 启动超前角, 单位: 度
float motor_LubriSpeedAcc_Hz = 12.0; //润滑油平台加速度, 单位: Hz/秒
float motor_CloseLoopSpeed_Hz = 30.0; //闭环速度, 单位: Hz
float motor_InitSpeedPreClose_Hz = 30.0; //初始启动速度, 单位: Hz
float motor_PreCloseLoopTime_S = 0.10; //预闭环时长, 单位: 秒
float motor_PreCloseLoopCurrentMin_A = 2.0; //预闭环电流最小值, 单位: A
float motor_PreCloseLoopCurrentMax_A = 2.2; //预闭环电流最大值, 单位: A

/*****motor running parameters*****/
bool FieldWeaken_En = false; //true; //弱磁使能
float Field_CurrentMax = 1.0; //电机最大弱磁电流, 单位: A
float motor_CompMax_A = 0.2; //死区补偿平衡电流, 单位: A
float motor_IsMax_A = 2.2; //电机最大扭矩电流, 单位: A
float motor_DeadTime_uS = 2.0; //死区时间, 单位: uS
uint16_t PWMCarryFreq_Hz = 6000; //PWM载波频率, 单位: Hz
uint16_t motor_SpeedMax_Rpm = 4500; //电机最高转速, 单位: Rpm
uint16_t motor_SpeedMin_Rpm = 1200; //电机最低转速, 单位: Rpm
uint16_t motor_LubriSpeed_Rpm = 2400; //润滑速度, 单位: Rpm
uint16_t motor_StopSpeed_Rpm = 2400; //电机停机前的转速, 单位: Rpm(停机前按此转速运行5秒)
uint16_t motor_Power_Max = 220; //电机最大功率, 单位: 瓦特/Watt
uint16_t motor_OvPClearTime_M = 2; //超功率后, 转速恢复时间, 单位: 分钟
uint16_t motor_OvPSpeedDec = 2; //超功率时, 降速步长, 单位: Hz
uint16_t motor_RotorDirection = 0; //电机旋转速度, 0: 正转, 1: 反转
uint16_t motor_RunningLevel = 4; //电机启动允许阶段
uint16_t MCU_toSleepTime_S = 10; //无速度指令时, MCU进入休眠的时间, 单位: 秒
uint16_t motor_LubricatingTime_S = 20.0; //上润滑油结束时间, 单位: 秒
uint16_t motor_ErrClearTime_S = 10; //电机故障清除, 重启时长, 单位: 秒
uint16_t ErrCalmTime_M = 5;
#endif
```

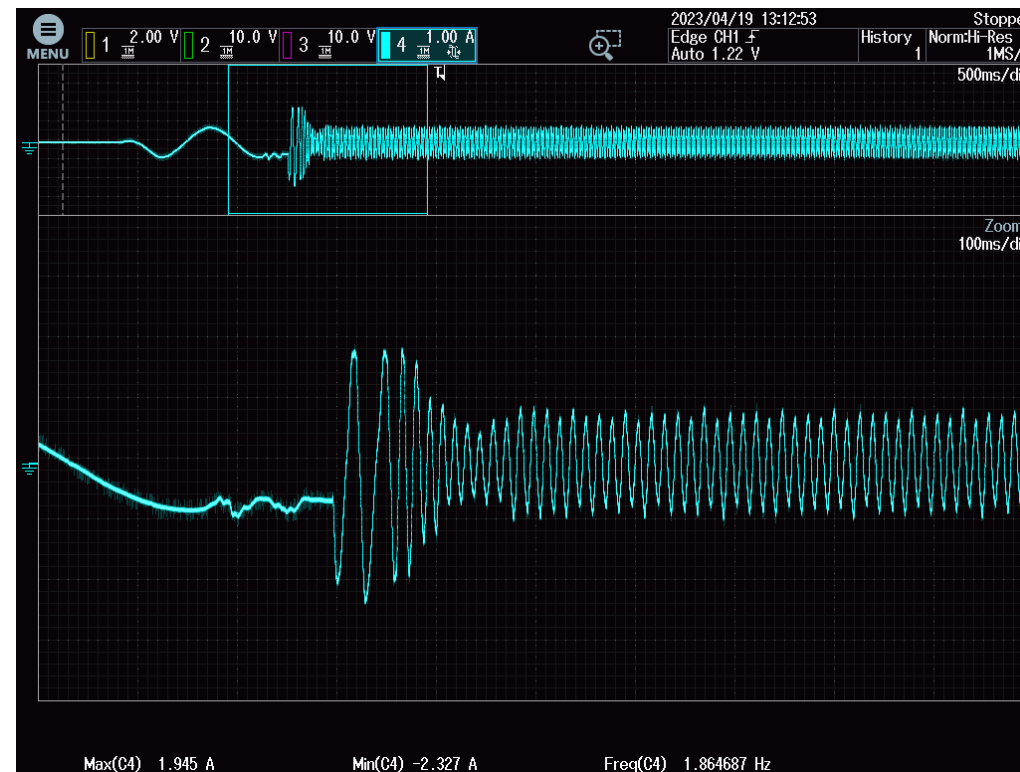


背压启动

背压0/0.45Mpa:



背压0/0.8Mpa:

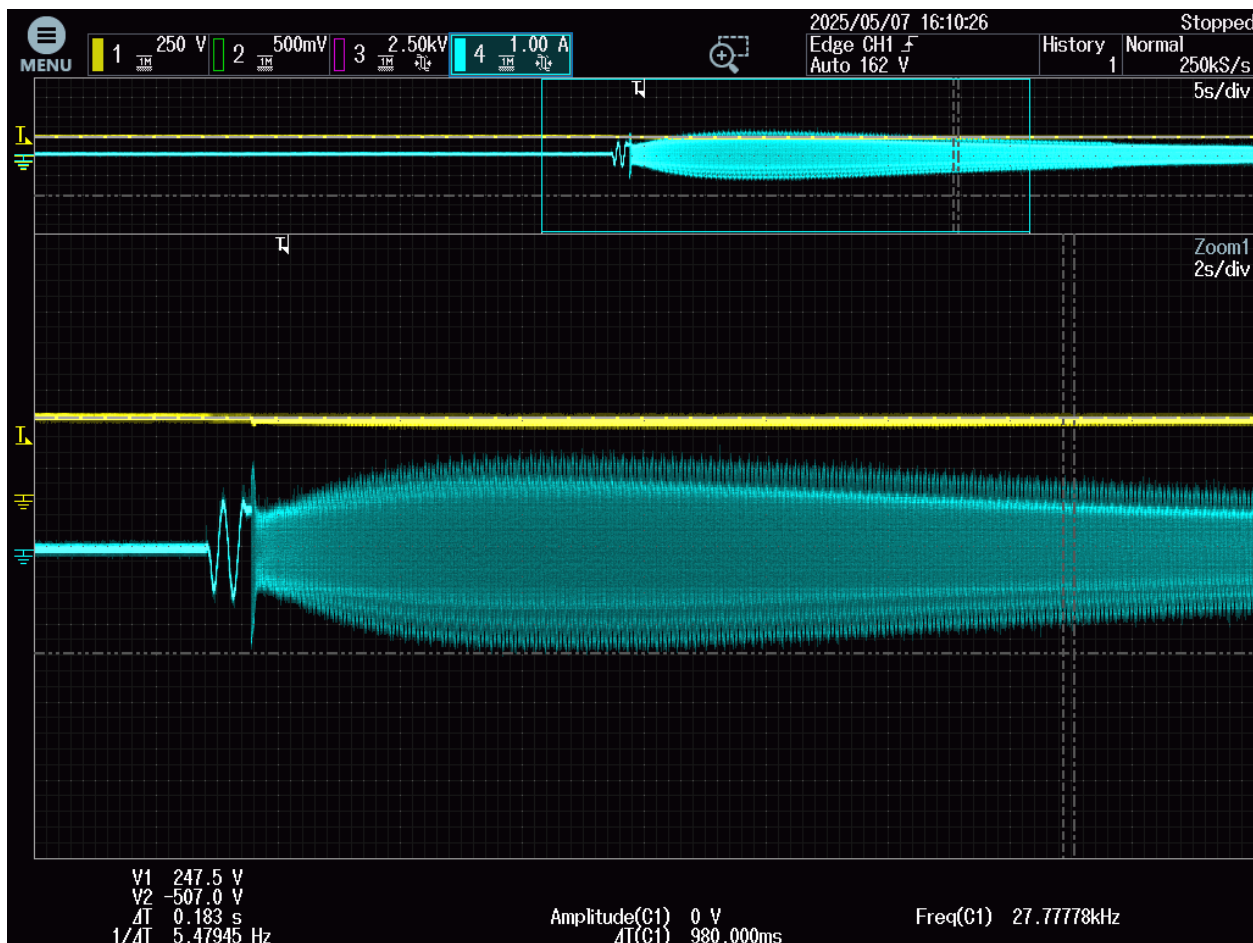


- ◆ 启动电流最大2A;
- ◆ 转速无明显过冲;
- ◆ 压缩机启动时无明显振荡, 无撞缸;
- ◆ 启动成功率100%



平衡压启动

平衡压0.45/0.45Mpa:



- ◆ 启动电流最大2A;
- ◆ 转速无明显过冲;
- ◆ 压缩机启动时无明显振荡, 无撞缸;
- ◆ 启动成功率100%

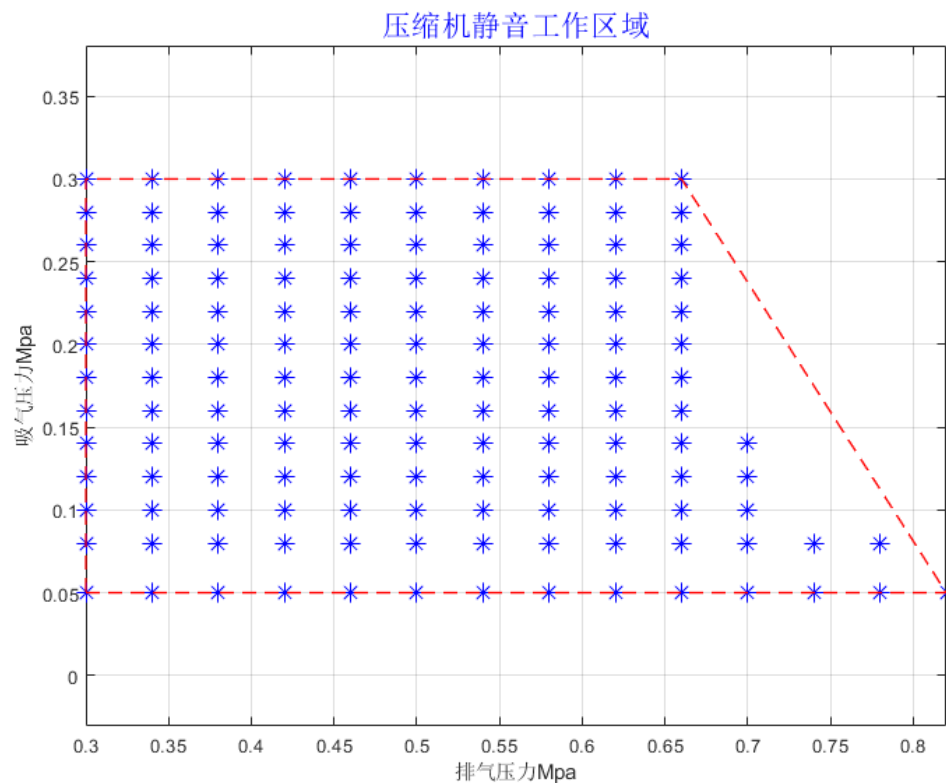


压缩机静音启动区



被测压缩机：HVM100MS

仅针对被测压缩机有效





上海市浦东新区申江路5005弄星创科技广场3号楼9层

+86-21-51870166

sales@bpsemi.com

www.bpsemi.com



微信公众号



微信视频号