



南京凌鸥创芯电子有限公司

变频洗衣机方案介绍

01

滚筒洗衣机方案

01

现有资料获取路径

02

洗衣机方案介绍

03

方案应用手册介绍

04

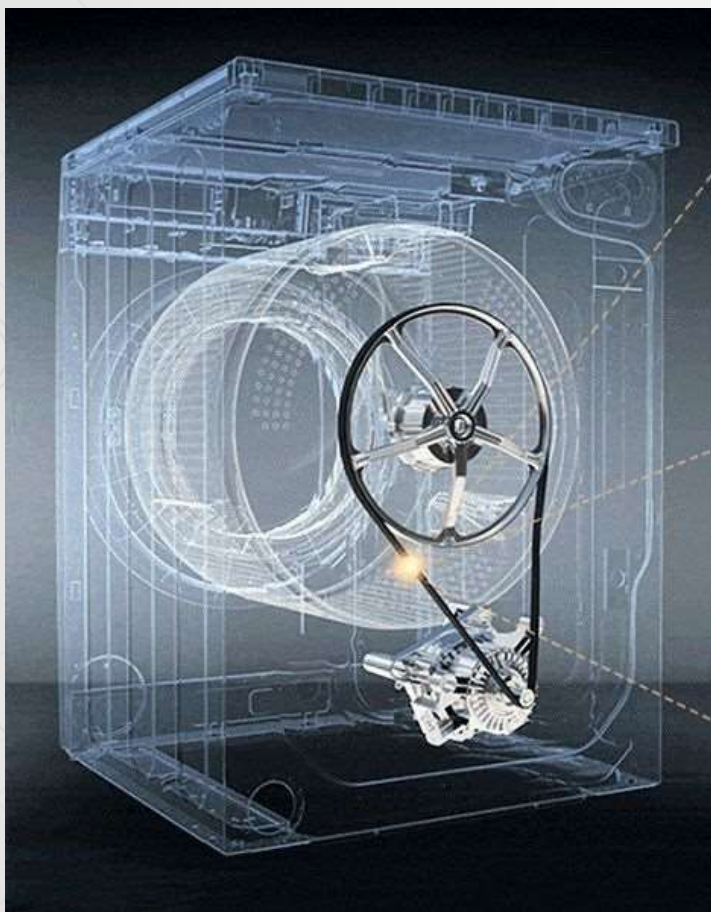
交流与互动



滚筒洗衣机根据电机种类不同的分类：

直驱变频洗衣机：外转子电机直驱 (DD)

皮带变频洗衣机：内转子PMSM电机+皮带轮



滚筒洗衣机洗涤原理：

滚筒洗衣机发源于欧洲，洗衣方法是模仿棒锤击打衣物原理设计，利用电动机的机械做功使滚筒旋转，衣物在滚筒中不断地被提升摔下，做重复运动，加上洗衣粉和水的共同作用使衣物洗涤干净。



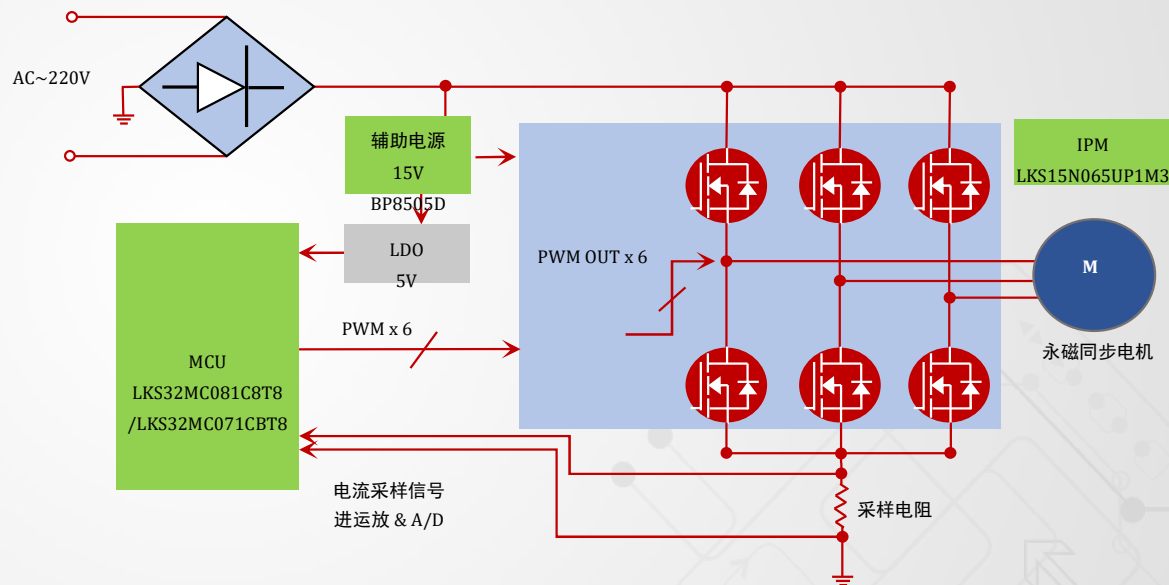
使用范围

- 输入电压：AC220V $\pm$ 20%
- 最大连续工作电流：5A
- 支持电机：支持PMSM以及下一代PMASR 变频洗衣机电机
- 控制方式：无感FOC

方案特点

- 各种负载条件下可靠启动
- 稳定的高速观测器及弱磁算法
- 支持电机温度估算、称重算法、偏心检测

原理图



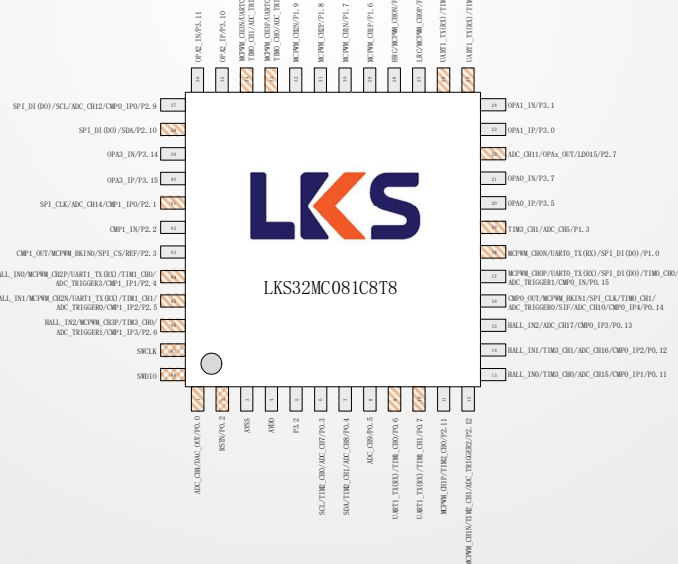
洗衣机方案特点

- ◆ 电机控制：正弦波无感 FOC，支持双/三电阻采样，采用稳定的高速观测器算法和成熟的深度弱磁算法；
- ◆ 安全保护机制：支持过压/欠压保护、软过流+硬过流、堵转、缺相、过功率、过温、高速掉电保护等；
- ◆ 应用功能：支持快速刹车功能、支持电机温度估算、称重算法、OOB检测

MCU性能特点

- ◆ MCU：96MHz 32bit RISC内核，8KB/12KB RAM，64/128KB FLASH；
- ◆ 信号调理：MCU内部集成了四路差分运放，两路比较器，支持10路ADC采样，简化MCU外围电路；
- ◆ MCU内部集成自主指令集的 电机控制专用DSP；
- ◆ 超低功耗休眠模式，低功耗休眠电流10uA；
- ◆ 工业级工作温度范围：-40°C~105°C；

Product	主频 (Hz)	Bit	DSP	Flash (KB)	RAM (KB)	Package	Operating Voltage	预驱	CMP	ADC	UART	OPA	典型应用
LKS32MC081C8T8	96M	32	三角函数/ 开平发	64	8	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	10-channel	2	4	高压电机控制
LKS32MC071CBT8	96M	32	三角函数/ 开平发	128	12	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	10-channel	2	4	高压电机控制
LKS32MC453RCT8	192M	32	三角函数/ 开平发	256	40	LQFP64	3.3V	No	6	18-channel	3	6	双电机控制



➤ LKS32MC08x

➤ 特性

- 96M Cortex-M0 + DSP双核架构
- 8K RAM + 64K Flash
- 12bit 3M ADC + 内置OPA
- 支持UART/SPI/IIC/CAN等通信协议
- $\pm 1\%$ 高精度RC时钟
- 超强抗静电和群脉冲能力

➤ 适用应用

- 波轮洗衣机
- 滚筒洗衣机
- 干衣机

➤ LKS32MC07x

➤ 特性

- 96M Cortex-M0 + DSP双核架构
- 12K RAM + 128K Flash
- 12bit 3M ADC + 内置OPA
- 支持UART/SPI/IIC/CAN等通信协议
- $\pm 1\%$ 高精度RC时钟
- 超强抗静电和群脉冲能力

➤ 适用应用

- 波轮洗衣机
- 滚筒洗衣机
- 干衣机

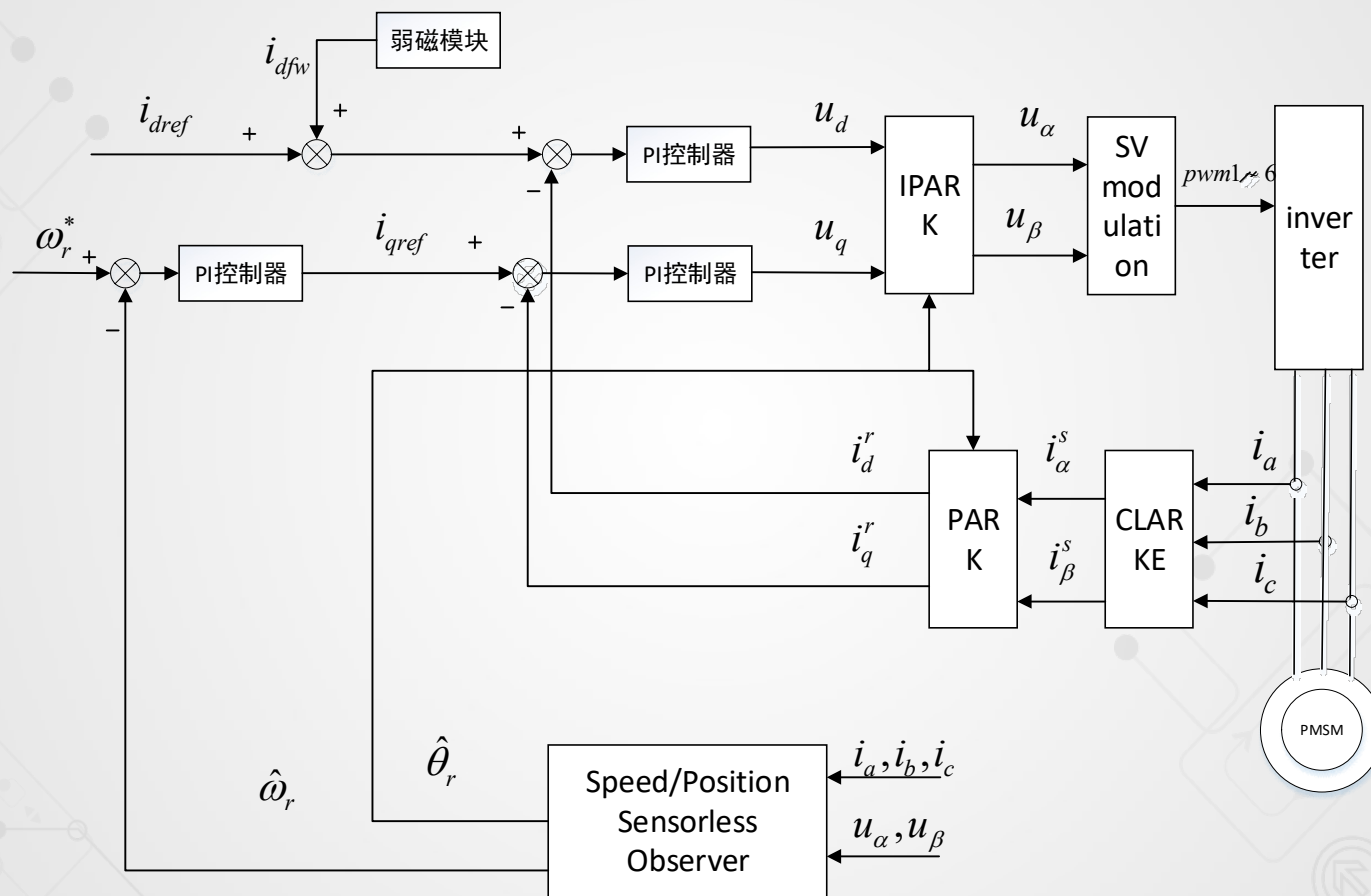
➤ LKS32MC45x

➤ 特性

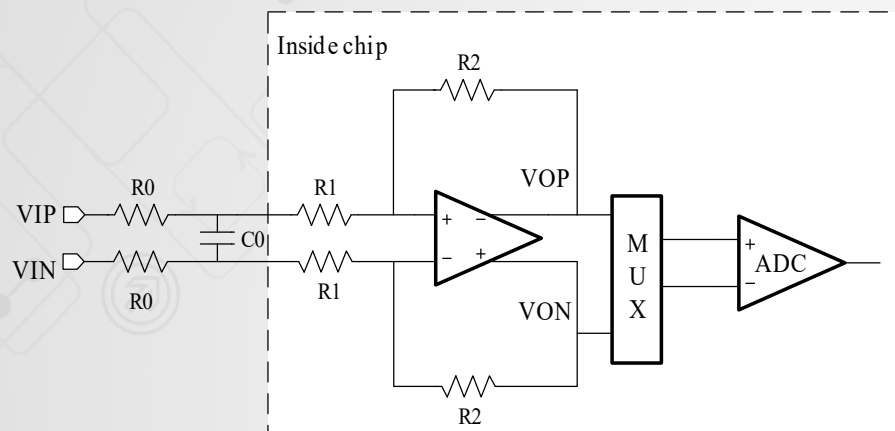
- 192M Cortex-M4
- 40K RAM + 256K Flash
- 3 X 14bit 2M ADC + 内置OPA
- 支持UART/SPI/IIC/CAN等通信协议
- $\pm 1\%$ 高精度RC时钟
- 超强抗静电和群脉冲能力

➤ 适用应用

- 滚筒洗衣机+热泵干衣机
- PFC+滚筒洗衣机+干衣机



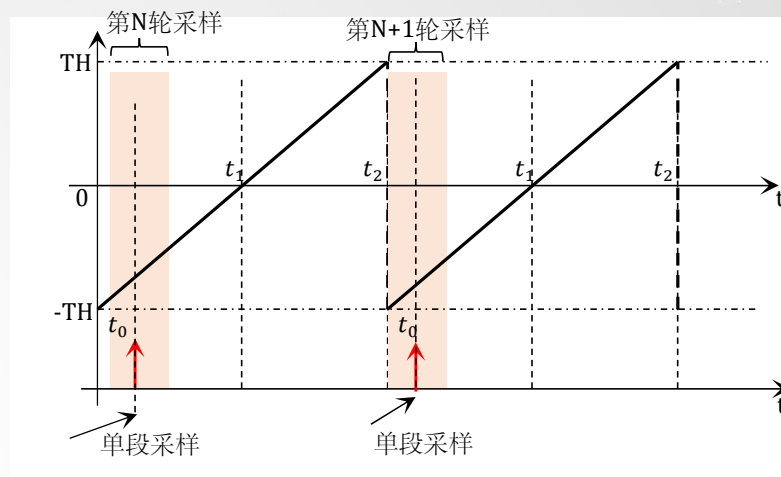
无位置传感器FOC控制系统结构框图



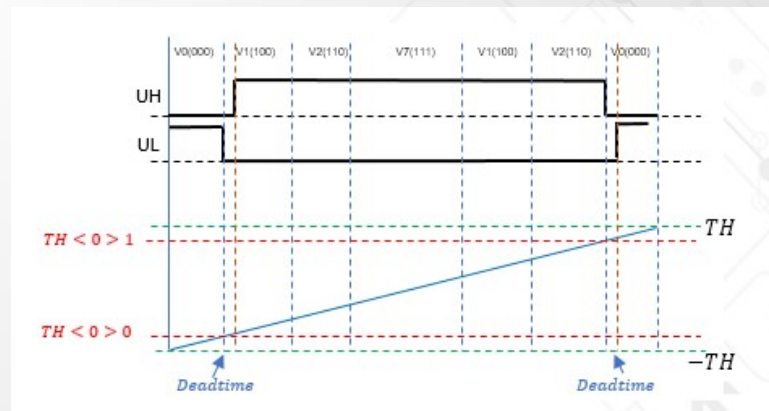
电流差分采样电路

电流采样方案:

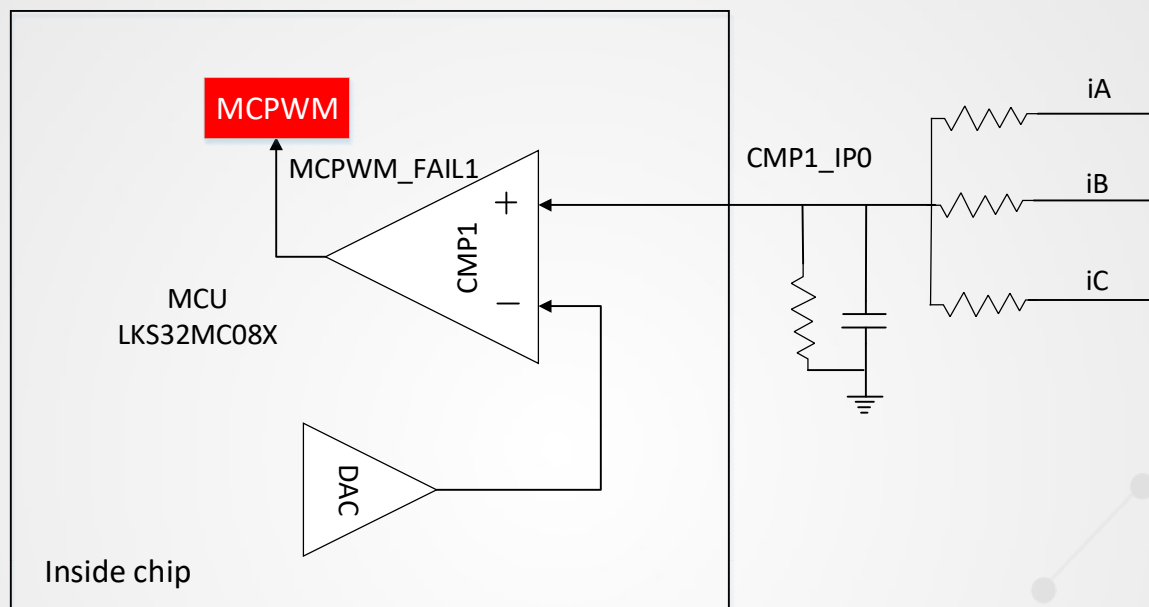
- ◆ 采用双/三电阻采样;
- ◆ MCU内部集成了运放, 电流采样电路无需外加运放;
- ◆ 运放增益可通过软件配置, 操作方便灵活;



双/三电阻电流采样时序

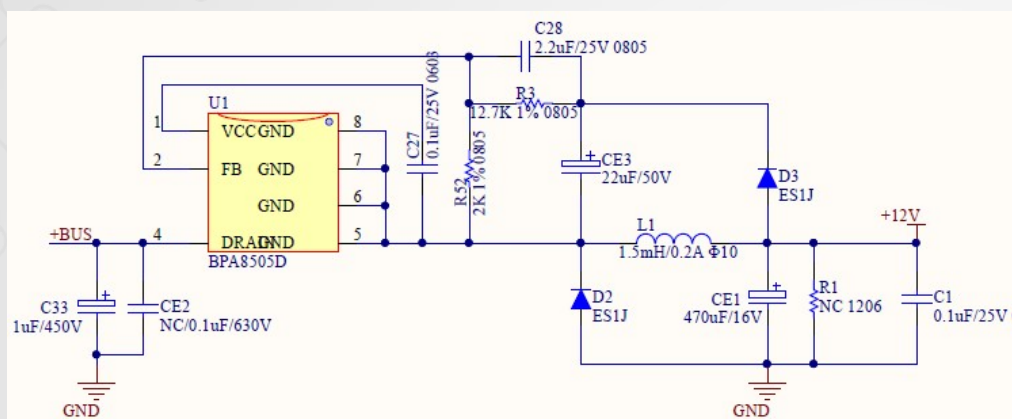


MCPWM时序--中心对齐输出



硬件过流保护方案：

- ◆ MCU内部集成了比较器，硬件过流保护无需外加比较器芯片；
- ◆ 比较器自带滤波，避免误保护；
- ◆ 比较器的负端比较电压可选择为内部D/A输出，从而可灵活设置过流保护点，不需要外部配置分压电阻；
- ◆ 比较器输出信号可以在MCU内部直接送给MCPWM模块，当过流发生时，迅速关断PWM输出；
- ◆ 比较器输出信号可以输出CMP_OUT信号，用来触发IPM故障(ITRIP)，保护IPM模块；



产品特点:

- ◆ 内部集成700V高压MOSFET;
- ◆ 待机功耗<100mW;
- ◆ 优异的动态响应速度, 输出电压纹波小;
- ◆ 自适应开关频率, 最高45kHz;

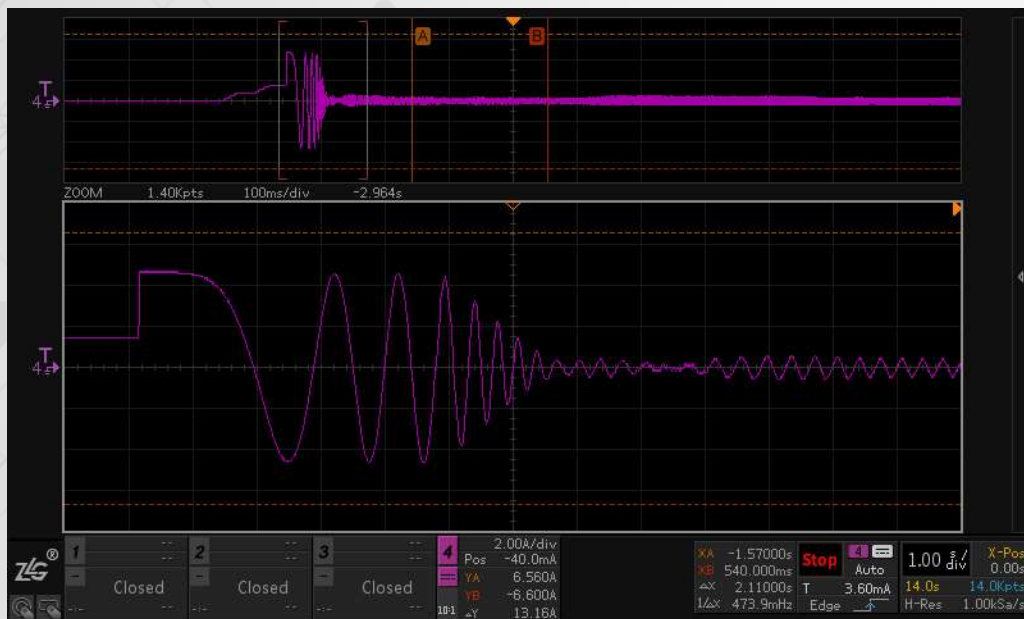
型号	230VAC ± 15%		230VAC ± 15%	
	DCM模式	CCM模式	DCM模式	CCM模式
BPA8505D	200mA	300mA	200mA	300mA



测试环境：涡流测功机 转速范围：0~20000rpm,转矩范围：5N.m
测试电机型号：xxxxxx

测功结果：

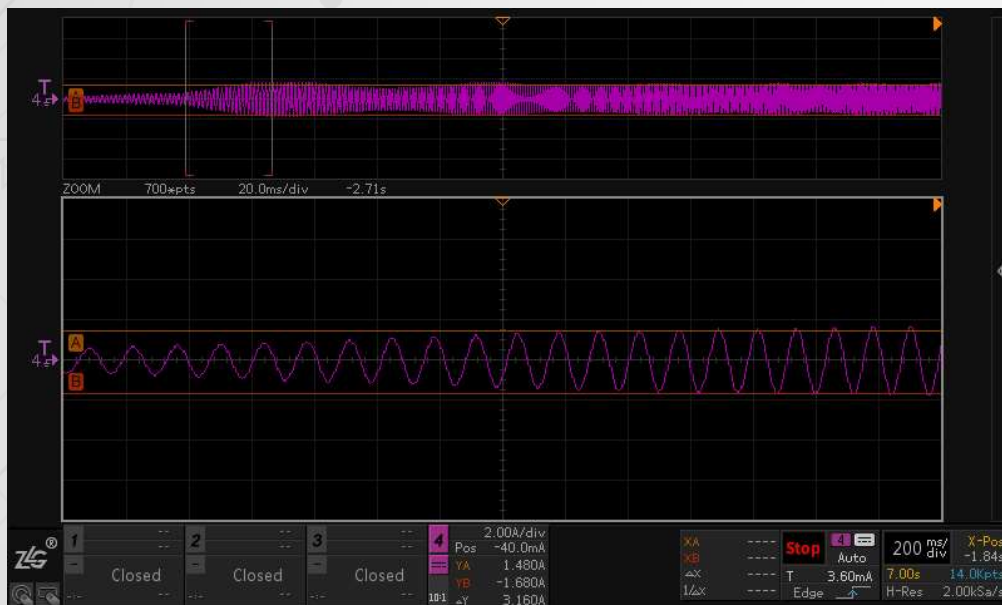
电压 AC	电流 AC	输入 功率W	转速 rpm	转矩 N.m	相电 流峰 值A	效率
220	3.146	400	600	2.82	7	44.4%
230	6.894	990	15300	0.488	-	77.6%



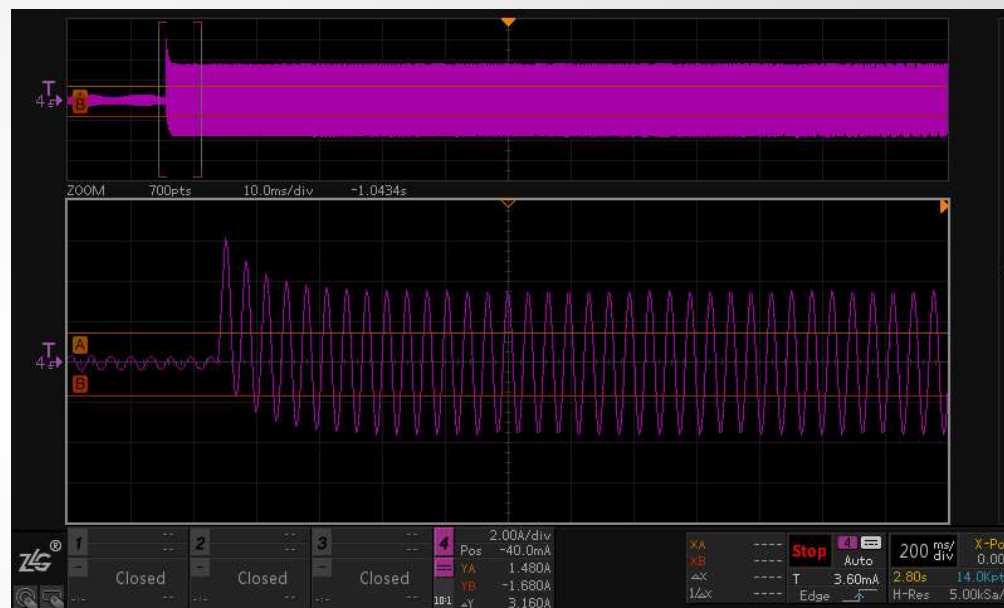
空筒启动, 启动成功率100%



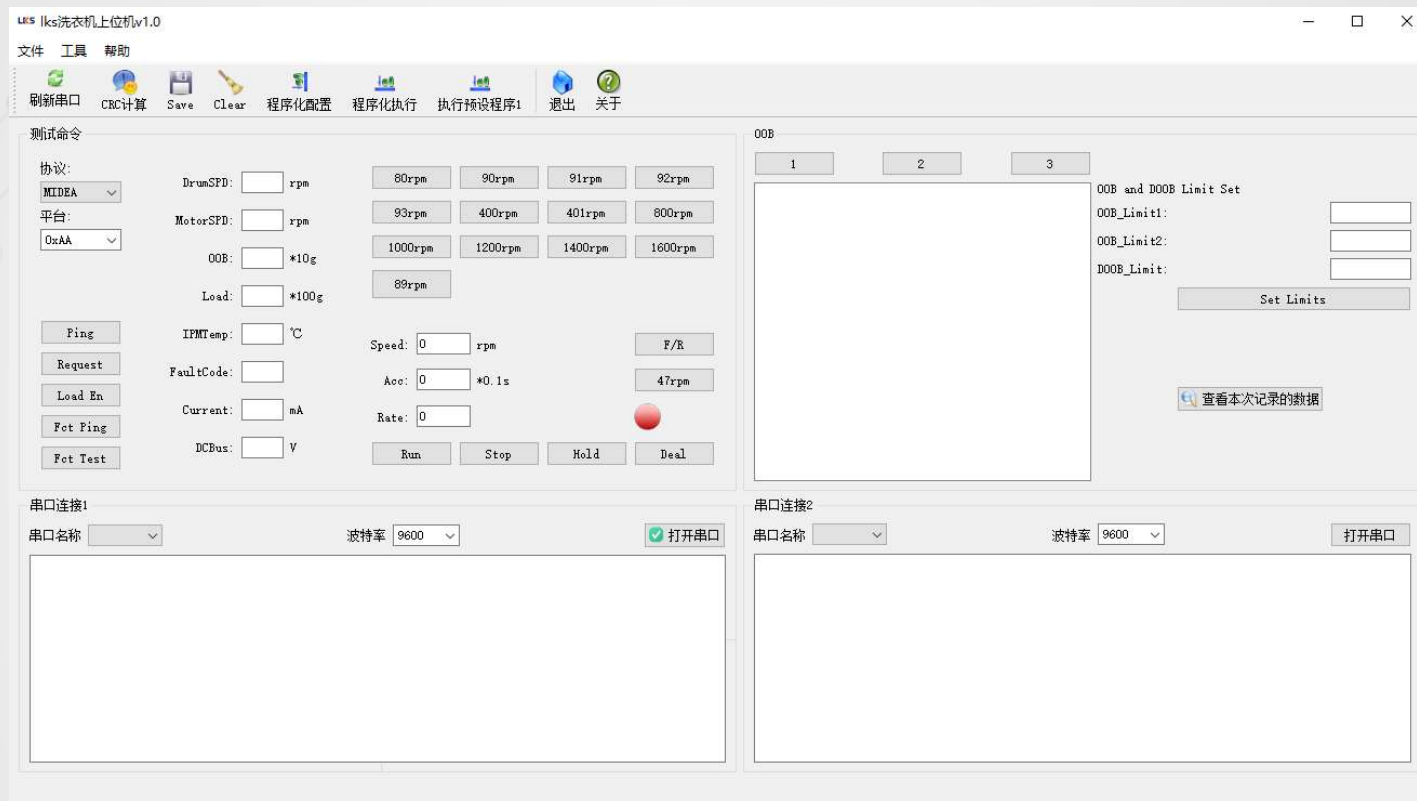
重载启动, 启动成功率100%



脱水过程

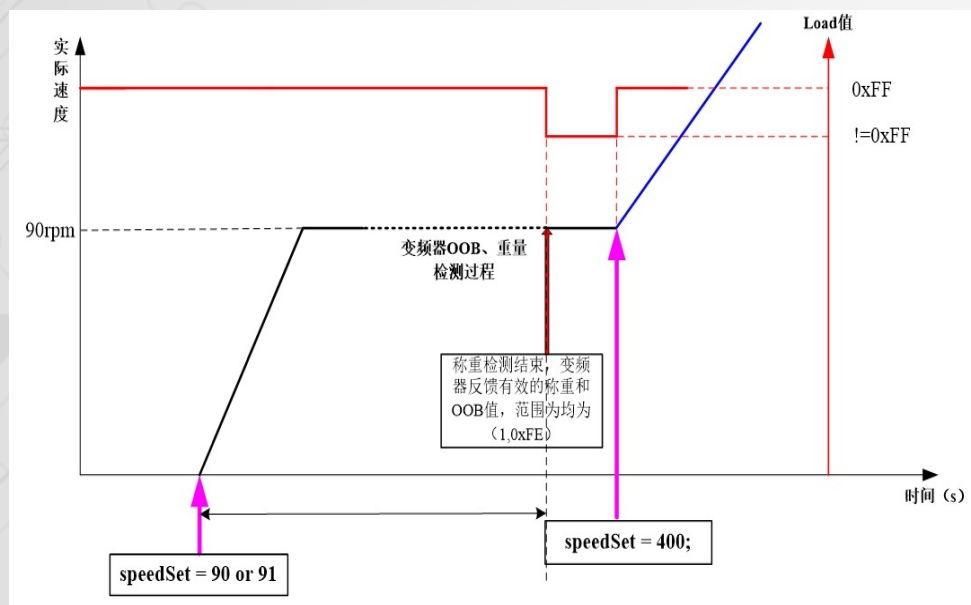


制动过程

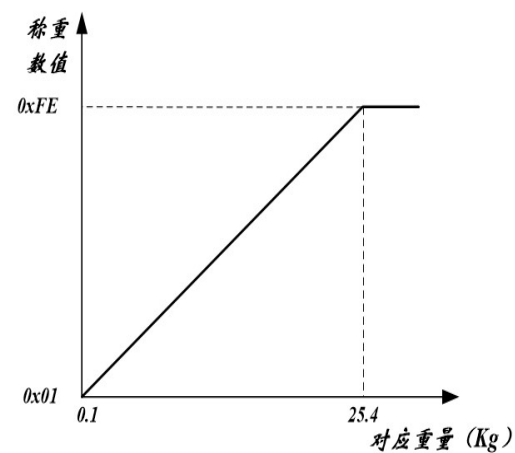


LKS Washer上位机

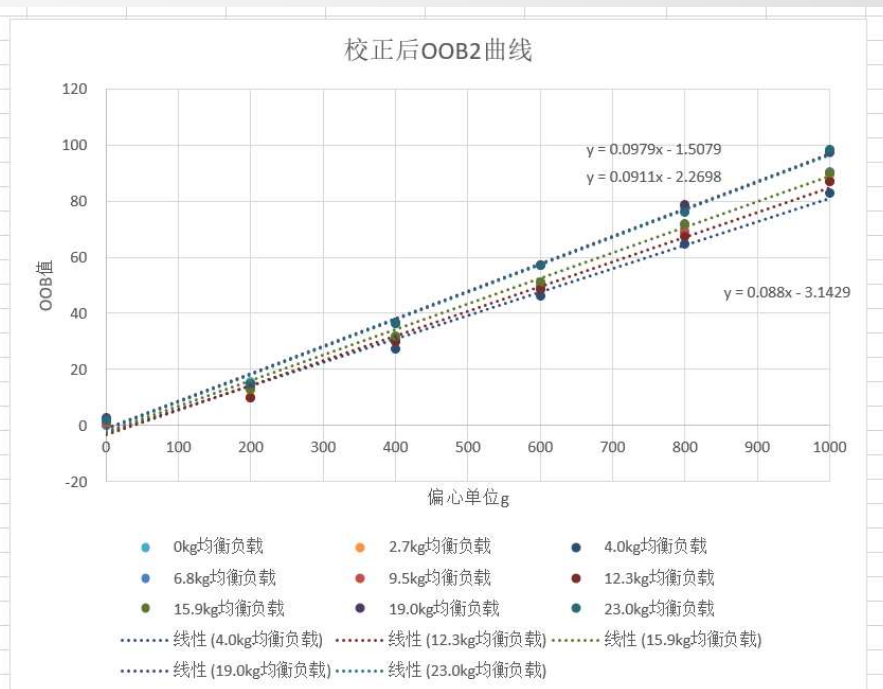
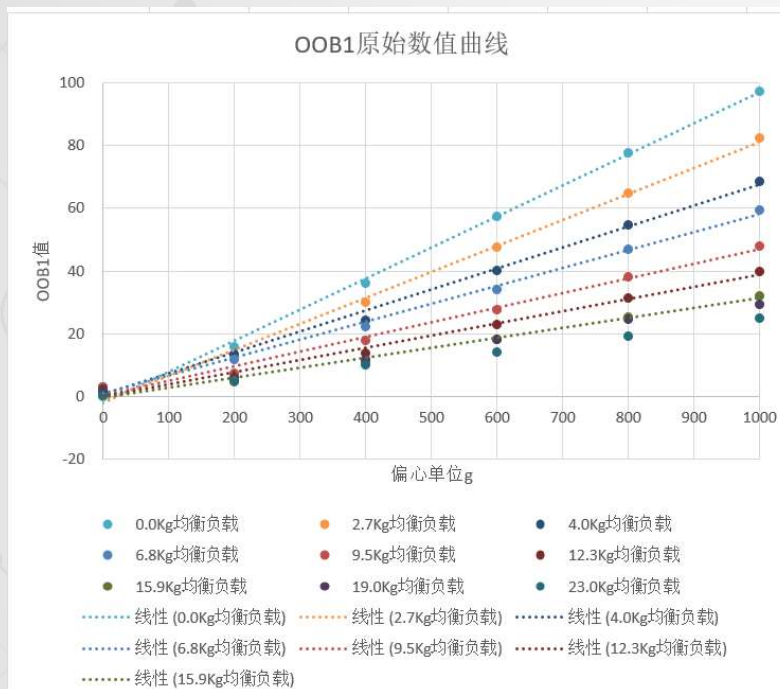
一般的OOB和LOAD需求



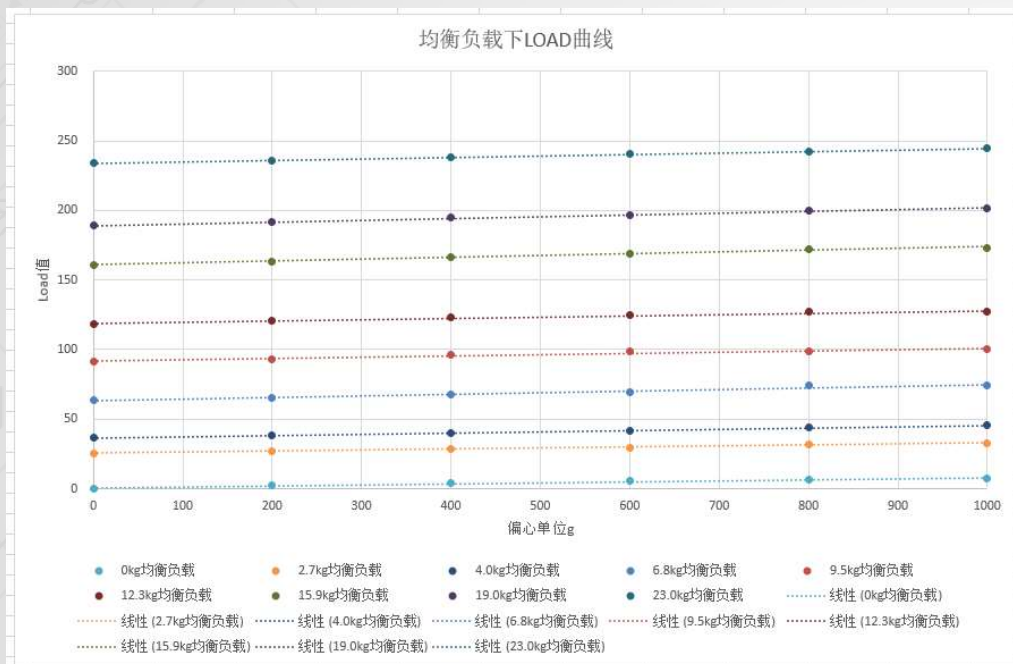
有效的惯量检测数值范围在 (0x00) 到 (0xFF) 之间, 每单位 1(Hex)代表 100g 衣物重量。



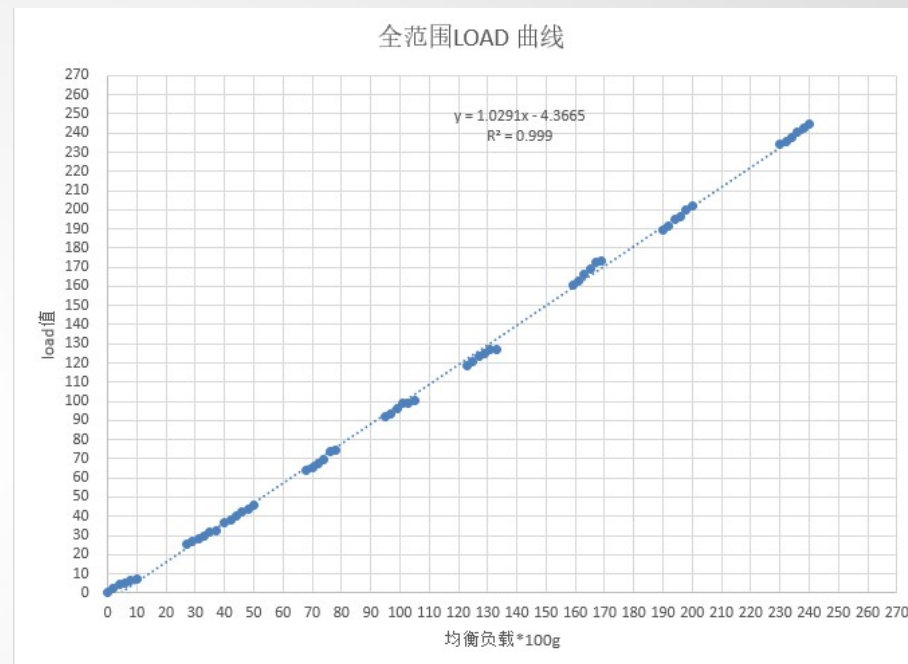
称重数值与实际衣物重量的对应曲线。



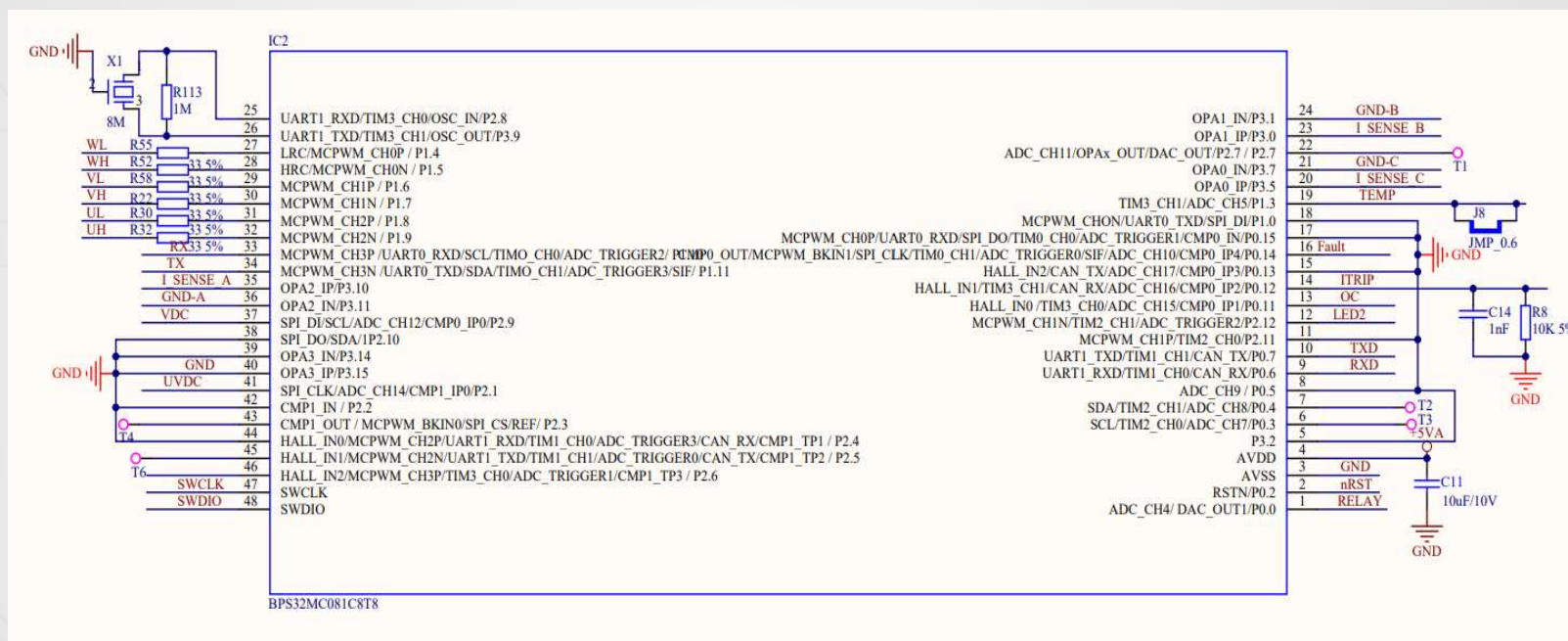
00B1原始值，00B2校正后的值



均衡负载下LOAD曲线



全范围均衡负载下LOAD曲线



洗衣机驱动板MCU引脚分配

```
/*-----Hardware Parameter-----*/
#define ADC_SUPPLY_VOLTAGE ..... (3.6) ..... /* 单位: V, ADC基准电压, 3.6或者2.4, 大部分应用选择3.6 */

#define OPA_USE_MODE ..... (1)

//运算放大器放大倍数
#if (OPA_USE_MODE == 2)

#define AMPLIFICATION_GAIN ..... (5.732484) ..... // 5.732484 = 180 / (30.4 + 1.0)
#define AMPLIFICATION_GAIN01 ..... (5.76923076923) ..... // 5.76923076923 = 180 / (30.2 + 1.0)

#elif (OPA_USE_MODE == 1)

#define AMPLIFICATION_GAIN ..... (8.878504672897) ..... // 190 / (20.4 + 1) = 8.878504672897
#define AMPLIFICATION_GAIN01 ..... (8.962264150943) ..... // 190 / (20.2 + 1) = 8.962264150943
#else
#error "Don't support!"
#endif

#define AMPLIFICATION_GAIN_A_CORRECTQ14 ..... (16384.0 * AMPLIFICATION_GAIN / AMPLIFICATION_GAIN01)

#define RSHUNT ..... (0.033) ..... /* 单位: Ω, 采样电阻阻值 */
#define VOLTAGE_SHUNT_RATIO ..... (0.007070859) ..... // (0.007070859) = 4.7 / (660 + 4.7)
#define BEMF_SHUNT_RATIO ..... (0.007070859) ..... // (0.007070859) = 4.7 / (660 + 4.7) ... 相电压检测

#define CURRENT_SAMPLE_TYPE ..... CURRENT_SAMPLE_3SHUNT ..... /* 电流采样方式选择 */
```

```
/*-----数据格式配置-----*/
#define CUR_KP_QN>>>>>>(12)>>>>{//·Q12
#define CUR_Ki_QN>>>>>>(15)>>>>{//·Q15
#define SPD_KP_QN>>>>>>(9)>>>>{//·Q9
#define SPD_Ki_QN>>>>>>(14)>>>>{//·Q14
#define OB_LDQ_BMEF_QN>>>>>>(10)>>>>{//·Q10
#define OB_KP_KI_QN>>>>>>(12)>>>>{//·Q12

/*-----数据格式配置-----*/

#define UMAX_CAP>>>>>>·····(450.0)>>>>{//·Unit:V,·电容最大电压
#define CUR_MAX_LMT>>>>>>·····(6.0)>>>>{//·Unit:A,·电机最大峰值相电流
#define MOTOR_WEAKEN_CUR_MAX>>>>(3.15)>>>>{//·Unit:A,·电机最大弱磁电流
#define CUR_REF_FIL_TIME>>>>>>(0.0)>>>>{//·Unit:ms,电流指令滤波时间
```

```
/*-----速度环参数设置-----*/  
#define SPD_BELLOW_RANGE0 (65.0) // RPM→速度区间0·小于此速度认为洗涤  
#define SPD_BELLOW_RANGE1 (450.0) // RPM→速度区间1  
#define SPD_BELLOW_RANGE2 (1200.0) // RPM→速度区间2  
  
#define K_PI_FAC_0 (1.00) // 速度区间0·PI系数·调大增强PI*/  
#define K_PI_FAC_1 (1.00) // 速度区间1·PI系数·调大增强PI*/  
#define K_PI_FAC_2 (1.00) // 速度区间2·PI系数·调大增强PI*/  
  
#define KP_ANG_PI (2420) // 角度·PI·系数·*/  
#define KI_ANG_PI (16) // 角度·PI·系数·*/
```

```
/*-----对相参数...设置-----*/
#define ALLIGN_THETA→→→→→(0)→→→→//1°→→→定位角度·0--360°
#define ALLIGN_CURRENT→→→→→(30)→→→→//0.1A→→→定位电流
#define ALLIGN_TIME→→→→→(10)→→→→//*100ms→→→定位时间

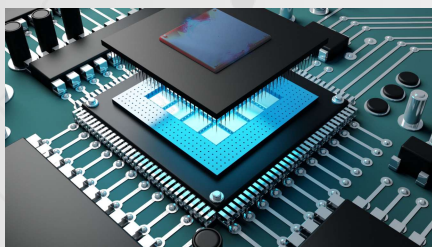
#define RS_CORRECT_FACTOR→→→→→(0.0275)→→→→//电阻计算校正系数

/*-----启动设置...设置-----*/
#define START_CLOSE_SPEED→→→→→(18)→→→→//闭环桶速·→rpm
#define START_UP_FACT→→→→→(4096)→→→→//D/Q轴变换斜率系数→4096--1.0
//默认4096,不需要修改

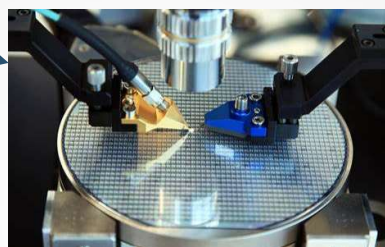
#define MIN_SPEED→→→→→(20)→→→→//最低运行速度·→rpm
#define DRUM_ZERO_SPEED_JUDGE... (30) ...//筒停止判断速度→rpm
#define START_UP_ACC→→→→→(100) ...//启动开环加速度...rpm/s
#define START_ID_CURRENT→→→→→(32)→→→→//0.1A
#define START_IQ_CURRENT→→→→→(38)→→→→//0.1A

/*-----报警清除...设置-----*/
#define FAULT_CLR_PERIOD_RECOVER→→→→→(2000)→→→→//单位: ms·故障消失后等待故障清除时间·*/
```

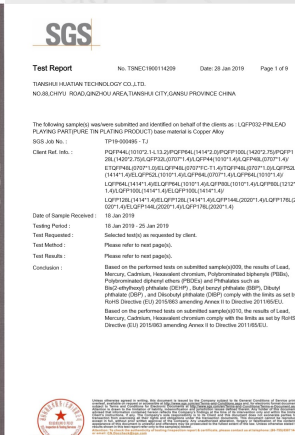
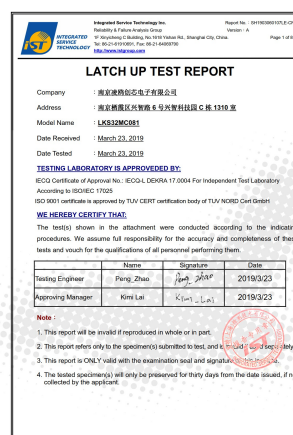
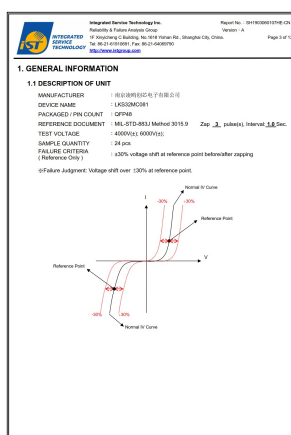
IC设计



晶圆制造



封装测试



静电测试报告/ROSH报告





江苏省南京市经济技术开
发区兴智科技园B栋15层
<http://www.linkosemi.com>

為天地立心
為控制塑魂



创芯驱动，领航电控未来！

正直诚信！利他共赢！成长超越！