



南京凌鸥创芯电子有限公司

两轮车方案介绍

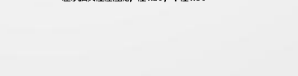
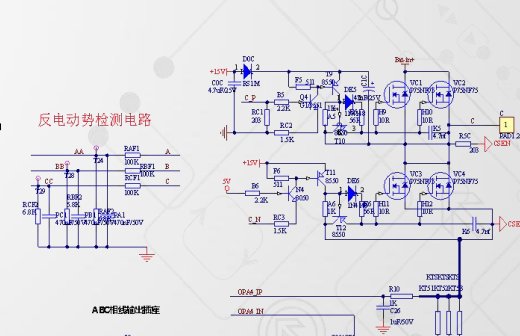
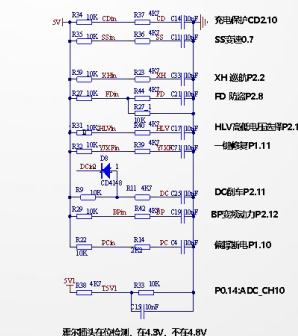
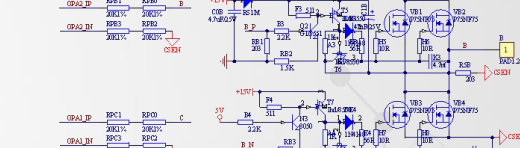
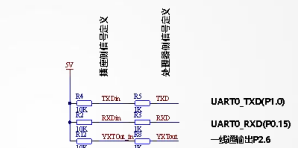
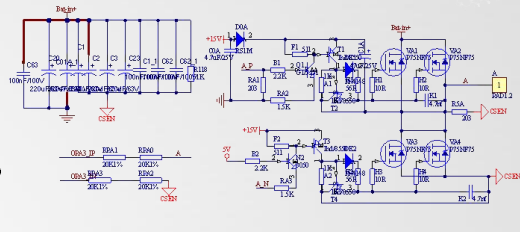
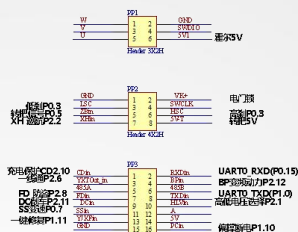
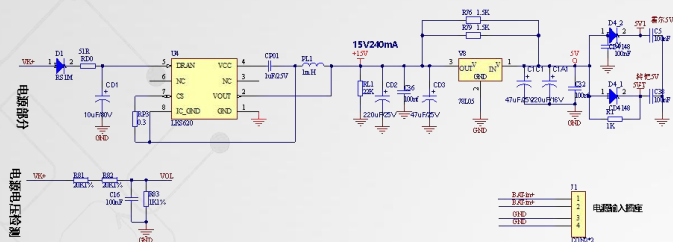
平台：

本方案基于南京凌鸥创芯芯片平台开发的自行车程序。

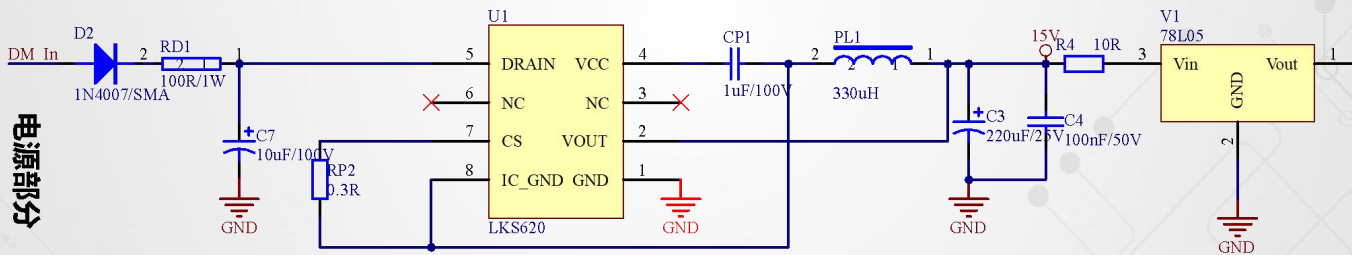
特点：

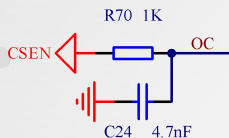
- 优秀的空载运行噪声，高速运行电流波形无抖动
- 任意电机二次转把无响声
- 可以匹配绝大多数MOS管，无需调整程序

本方案集成有霍尔传感器FOC控制，HALL传感器完好运行有感FOC，当三相HALL有一项损坏，进行单HALL修复有感FOC运行，可以通过宏定义选择运行模式，支持有感模式和无感，有感无感均为FOC驱动。



- LKS620电源芯片助力解决布板空间紧张问题，外部电路相比传统设计节省两个二极管。
- 简洁电路的同时整体电路也节省了成本。
- LKS620的输入工作电压最高达到200V，极大提高电压使用范围





OPA3_IN	36
OC	37
CD	38

OPA2_IP/P3.10
 OPA2_IN/P3.11
 SPI_DI/SCL/ADC_CH12/CMP0_IP0/P2.9
 SBT_D0/SDA1/P2.10

- 短路保护电路的采样点走线始发点应位于电流采样电阻的根部，单独走线到处理器附近的RC网络
- 软件配置OC信号为内部比较器CMP的正端输入，CMP负端配置为内部DAC输出
- 通过设置DAC寄存器的值，可以控制短路保护电流的大小，计算方法为（若DAC的量程为0-3V）
- $I = ((\text{DAC 数值} / 4096) * 3.0) / R \text{ 采样电阻}$ ，例如，DAC=512，R 采样电阻=0.005，则短路保护电流为： $I = ((512 / 4096) * 3.0) / 0.005 = 75\text{A}$

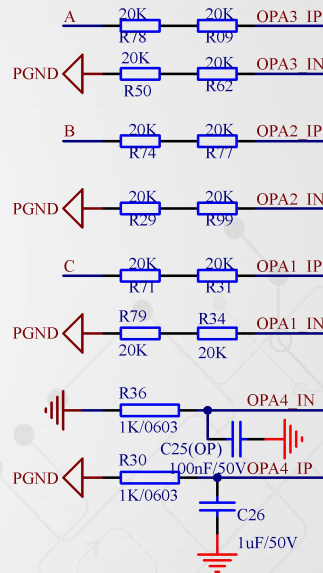
相线和母线电流采样电路

- 采样布线为差分走线，且采样电阻尽量靠近处理器
- 需要注意各差分线的 PGND 必须独立处理，不能跟其他的 PGND 电路合用同一根走线，GND 走线也不可以跟周围的 GND 电路混起来，必须独立处理
- 增益电阻的选择不能太小，以免出现放大倍数比较大超出 ADC 采样量程的情况，例如：ADC 最大采样电压为 3.6V，相线电流采样是通过功率管内阻采样，假如选定型号的功率管内阻是 5 毫欧，放大倍数为 10 倍则，功率管通过电流为 80A 则压降为： $U = 80 * 0.005 * 10 = 4V$ ，这样的话就超出了 ADC 采样量程

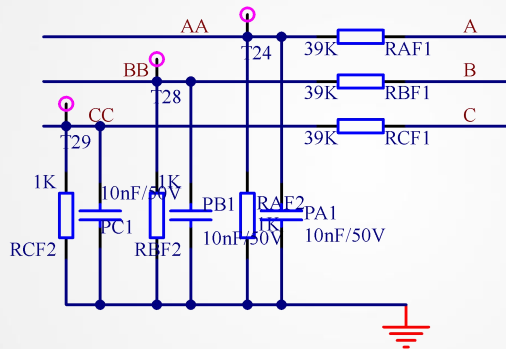
设计原则：

- 相线最大电流 * MOS 内阻 * 放大倍数 < ADC 最大量程
- 功率回路电源电压 / 外部增益电阻 * 3 < 18MA

电流采样



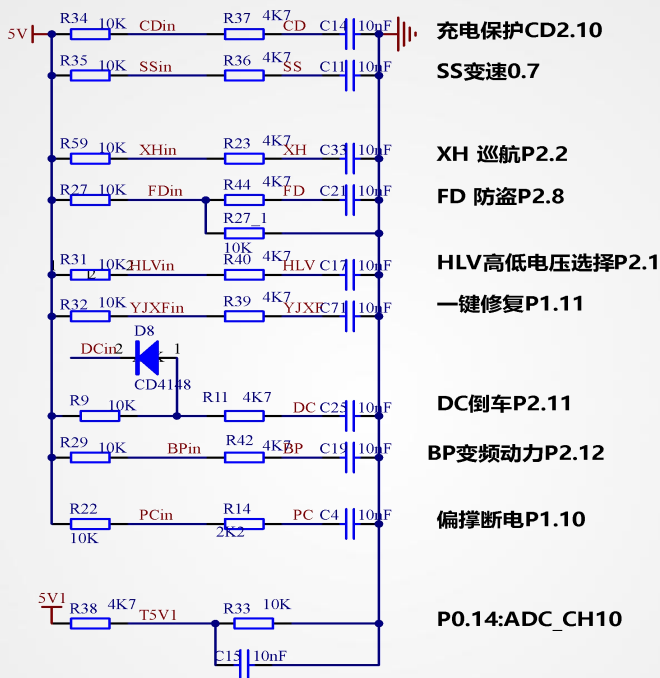
反电动势检测电路



- 在电机电滑行时，通过反电动势检测可以平滑的进行二次加速

04

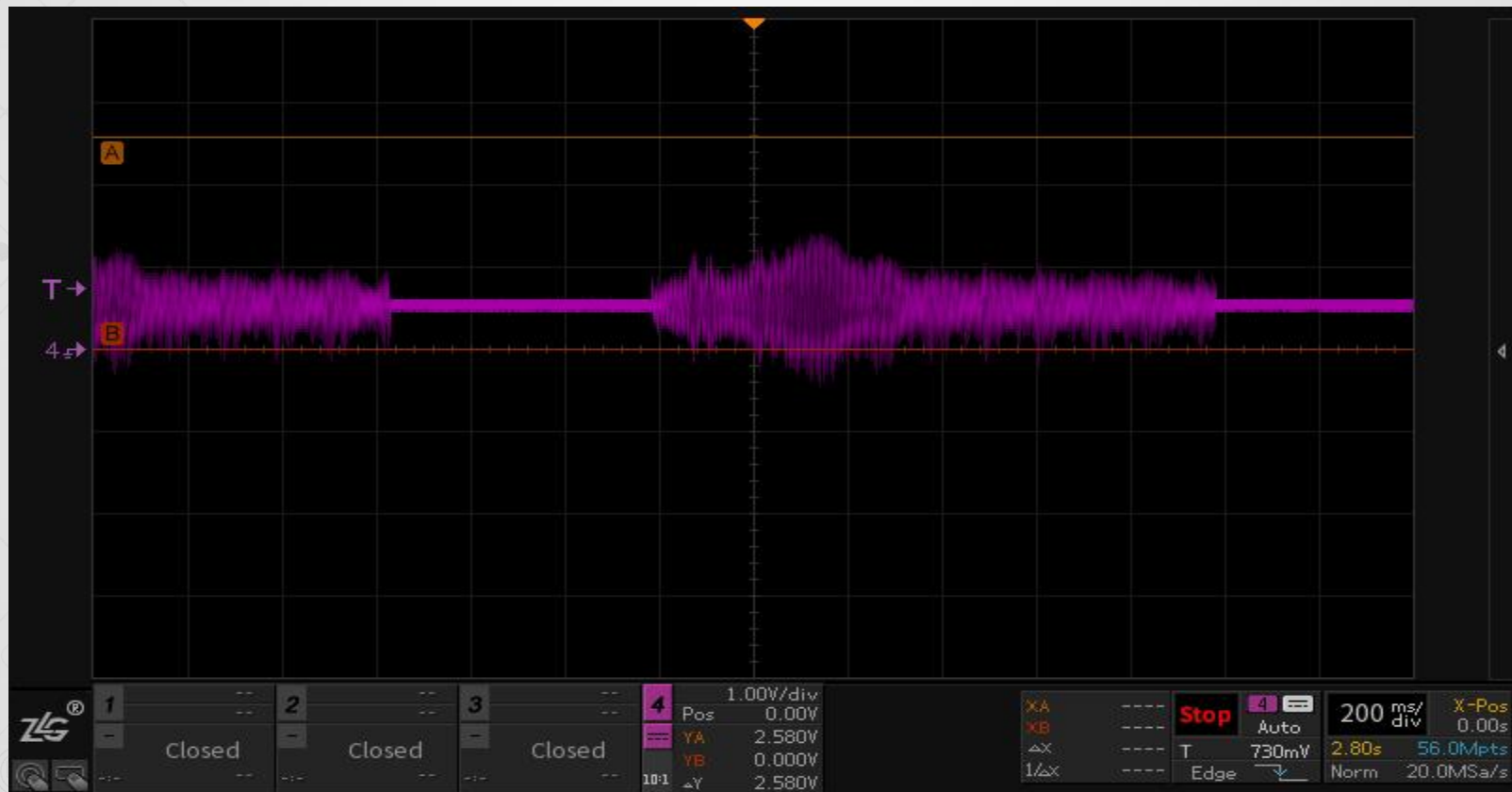
丰富的外部功能



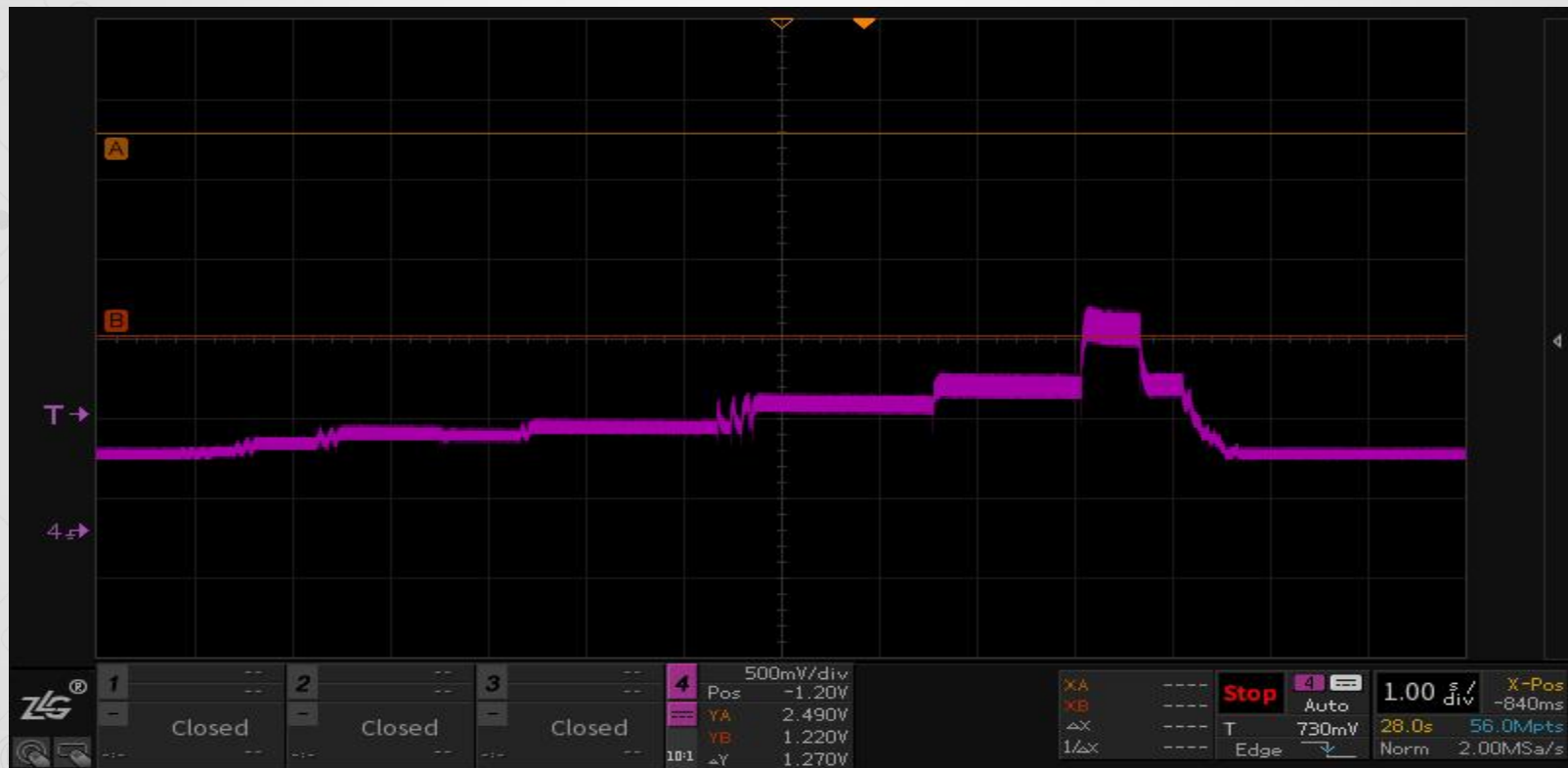
霍尔插头在位检测，在4.3V，不在4.8V

- 作为外部输入功能，一般以端口的电平变化来响应相应的功能，由于芯片内部只有部分端口具有内部上拉功能，因此在设计时需要特别注意，没有内部上拉功能的端口，需要外部加上上拉

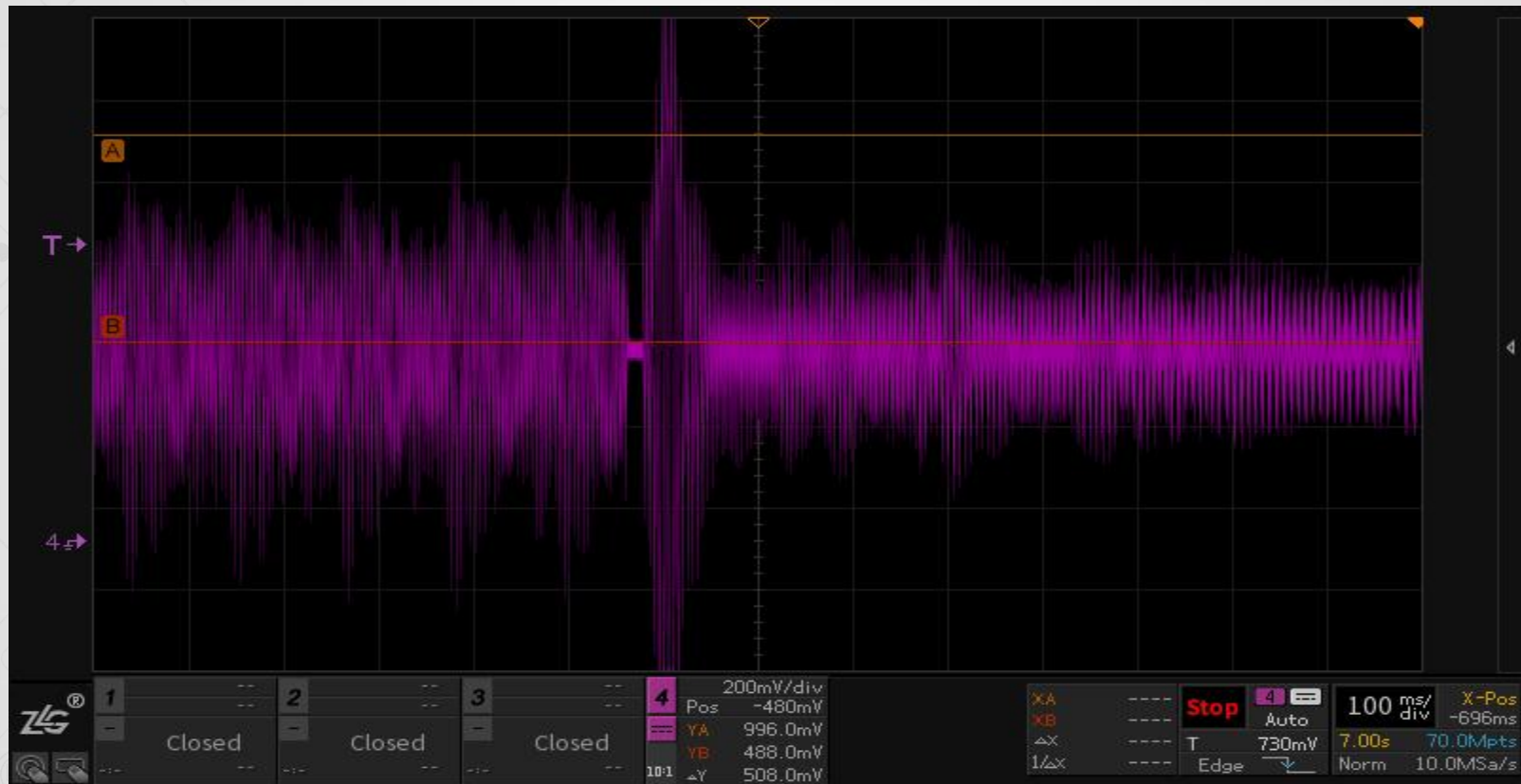
任意转速二次切入平滑过渡无异响



行业首创换相防盗，根据移动距离逐渐增加力度，减小输出电流的同时保持足够的阻力，长时间防盗发热小，耗电低，有效保护控制器和电机



线性刹车，保持恒定的刹车力度，可任意调节刹车力度，在滑板车上使用有优秀的制动距离



1. 电动自行车控制器



功能参数

- Hall位置自校正算法，解决10度以内的机械安装偏移
- 控制模式：有霍尔FOC正弦控制
- 过流保护，过压保护，欠压保护，堵转保护
- 三档限速，定速巡航，EABS刹车，防盗

使用范围

- 输入电压：48/60/72V
- 最大连续工作电流：17A/28A
- 电机：PMSM电机

特点优势

- 电机通配度99%以上，无需调整程序
- 优秀的空载运行噪声，高速运行电流波形无抖动
- 任意电机二次转把无响声
- 可以任意匹配MOS管，无需调整程序
- 首创换相防盗，减小发热，较小功耗，有效保护控制器

2. 滑板车控制器



功能参数

- Hall位置自校正算法，解决10度以内的机械安装偏移
- 控制模式：有霍尔FOC正弦控制
- 过流保护，过压保护，欠压保护，堵转保护
- 限速，定速巡航，线性刹车控制，刹车电能回收

使用范围

- 输入电压：24/36/48V
- 最大连续工作电流：15A/20A
- 电机：PMSM电机

特点优势

- 电机通配度99%以上，无需调整程序
- 优秀的空载运行噪声，高速运行电流波形无抖动
- 任意电机二次转把无响声
- 可以任意匹配MOS管，无需调整程序
- 纯电刹制动距离可以做到7米之内

* 45系列可以用于双电机控制

Product	主频 (Hz)	Bit	DSP	Flash (KB)	RAM (KB)	Package	Operating Voltage	预驱	CMP	ADC	UART	OPA	典型应用
LKS32MC071C8T8	96M	32	三角函数/ 开平发	64	12	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	13- channel	2	4	单电机两轮车 控制器
LKS32MC071CBT8	96M	32	三角函数/ 开平发	128	12	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	13- channel	2	4	单电机两轮车 控制器
LKS32MC081C8T8	96M	32	三角函数/ 开平发	64	8	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	12- channel	2	4	单电机两轮车 控制器
LKS32MC083C8T8	96M	32	三角函数/ 开平发	64	8	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	12- channel	2	4	单电机两轮车 控制器
LKS32MC088C6T8	96M	32	三角函数/ 开平发	32	8	TQFP48	2.2V-5.5V	No	2	12- channel	2	4	单电机两轮车 控制器
LKS32MC453RCT8	192 M	32	三角函数/ 开平发	256	40	LQFP64	3.3V	No	6	18- channel	3	6	双电机控制

```

6  /* ***** 常用功能选择 ***** */
7
8  #define EABS_FUNCTION_ENABLE          1          /* ABS功能 */
9
10 // #define ONE_KEY_RUN                1          /* 一键修复 */
11
12 // #define MOTOR_CRUISE              1          /* 巡航 */
13
14 // #define MOTOR_ANTI                1          /* 防盗 */
15
16 // #define MOTOR_DIR                 1          /* 倒车 */
17
18 // #define MOTOR_SHIFT               1          /* 档位变速 */
19
20 // #define SWITHC_SPEED              1          /* 开关变速 */
21
22 // #define METER                     1          /* 仪表 */
23
24 // #define SPEED_VOLTAGE             1          /* 速显电压 */
25
26 #define TEMPERTURE_DETECTION          1          /* 温度检测 */
27
28 #define SERIAL_COMMUNICATION          1          /* 串口通信 */
29
30 // #define HALL_60DEG                1          /* 电机霍尔安装选择, 打开60°, 屏蔽120° */
31
32 // #define POWER_36                   1          /* 36V */
33
34 #define POWER_48                      1          /* 48V */
35
36 // #define POWER_60                   1          /* 60V */
37
38 // #define POWER_72                   1          /* 72V */
39
40 // #define POWER_48_60                1          /* 48V 60V选择 */
41
42 // #define POWER_60_72                1          /* 72V 60V选择 */
43
44 #define SELF_LEARN                     1          /* 自学习功能 */
45
46 // #define SPEED_CLOSED_LOOP          1          /* 速度闭环 */
47
48 /* ***** 基础参数 ***** */

```

```
69  /* ***** 数据存储 ***** */
70
71  #define HALL_LEARN_ADDR          0xF800          /* Hall学习存储地址 */
72
73  #define HALL0                    1
74  #define HALL1                    3
75  #define HALL2                    2
76  #define HALL3                    6
77  #define HALL4                    4
78  #define HALL5                    5              /* Hall相位 */
79
80  #define MOTORTYPE                0              /* 电机绕组类型 */
81
82  #if (SPEED_CLOSED_LOOP == 1)
83  #define SPEED_CLOSED            1              /* 速度环选择 */
84  #else
85  #define SPEED_CLOSED            0              /* 速度闭环 */
86  #endif
```

```

44  /* *****输入输出端口定义***** */
45
46 #define LEARN_INPUT_MASK          (GPIO1_PDI & BIT10)      /* 学习信号 */
47 #define BREAK_INPUT_MASK          (GPIO0_PDI & BIT3)        /* 刹车信号 */
48 #define CRUISE_INPUT_MASK          (GPIO2_PDI & BIT2)        /* 巡航信号输入 */
49 #define ANTI_THEFT_MASK            (GPIO2_PDI & BIT8)        /* 防盗信号输入 */
50 #define DIRECT_INPUT_MASK          (GPIO0_PDI & BIT14)       /* 方向信号 */
51 #define SPD_HIGH_INPUT_MASK        (GPIO2_PDI & BIT10)       /* 速度限制高信号 */
52 #define SPD_LOW_INPUT_MASK         (GPIO1_PDI & BIT0)        /* 速度限制低信号 */
53 #define SPD_XIANSHU_INPUT_MASK     (GPIO0_PDI & BIT7)        /* 速度限制 */
54 #define SPD_YJXF_INPUT_MASK        (GPIO1_PDI & BIT11)       /* 一键修复信号输入 */
55 #define POWER_SELECT_INPUT_MASK    (GPIO2_PDI & BIT1)        /* 电源电压选择 */
56
57 #define LEARN_INPUT                (BIT0)                    /* 学习信号 */
58 #define BREAK_INPUT                (BIT1)                    /* 刹车信号 */
59 #define CRUISE_INPUT               (BIT2)                    /* 巡航信号 */
60 #define ANTI_THEFT_INPUT           (BIT3)                    /* 防盗信号 */
61 #define DIRECT_INPUT               (BIT4)                    /* 方向信号 */
62 #define SPEED_LIM_HIGH              (BIT5)                    /* 速度限制高信号 */
63 #define SPEED_LIM_LOW              (BIT6)                    /* 速度限制低信号 */
64 #define SPEED_XIANSHU               (BIT7)                    /* 速度限制 */
65 #define YJXF_INPUT                 (BIT8)                    /* 一键修复信号 */
66 #define POWER_SELECT_INPUT         (BIT9)                    /* 电源电压选择 */
67
68 #define SECOND_IN_COEFFICIENT       30202                    /* 二次切入系数 */

```

```

70  /* *****ADC通道号定义***** */
71
72  #define ADC_CHANNEL_OPA0          ADC_CHANNEL_0
73  #define ADC_CHANNEL_OPA1          ADC_CHANNEL_1
74  #define ADC_CHANNEL_OPA2          ADC_CHANNEL_2
75  #define ADC_CHANNEL_OPA3          ADC_CHANNEL_3
76
77  /* MCPWM0通道对应的采样是A相  MCPWM1通道对应的采样是B相  MCPWM2通道对应的采样是C相 */
78
79  #define ADC_CURR_A                 (u16)(ADC_CHANNEL_OPA0)          /* 采样A相电流 */
80  #define ADC_CURR_B                 (u16)(ADC_CHANNEL_OPA1)          /* 采样B相电流 */
81  #define ADC_CURR_C                 (u16)(ADC_CHANNEL_OPA2)          /* 采样C相电流 */
82
83  #define ADC_CURR_BUS               (u16)(ADC_CHANNEL_OPA3)          /* 采样母线电流 */
84
85  #define ADC_VOIL_SAMP              (u16)(ADC_CHANNEL_8)             /* 采样母线电压 */
86  #define ADC_HAND_SAMP              (u16)(ADC_CHANNEL_9)             /* 转把电压 */
87
88  #define ADC_BEMF_CH_A              (u16)(ADC_CHANNEL_4)            /* A相反电动势 */
89  #define ADC_BEMF_CH_B              (u16)(ADC_CHANNEL_11)           /* B相反电动势 */
90  #define ADC_BEMF_CH_C              (u16)(ADC_CHANNEL_5)            /* C相反电动势 */
91
92  #define ADC_STATE_RESET()          {ADC0_CFG |= BIT11; ADC1_CFG |= BIT11;} /* ADC状态机复位 */
93
94  /* 母线电压ADC通道采样结果宏定义 */
95  #define GET_BUS_VOL_ADC_RESULT      (ADC1_DAT3)
96
97  /* 转把电压ADC通道采样结果宏定义 */
98  #define GET_SPEED_ADC_RESULT        (ADC1_DAT4)
99
100 /* 母线电流ADC通道采样结果宏定义 */
101 #define GET_BUS_ADC_RESULT           (ADC1_DAT2)
102
103 /* A相反电动势ADC通道采样结果宏定义 */
104 #define GET_BEMF_CH_A_ADC_RESULT     (ADC0_DAT2)
105
106 /* B相反电动势ADC通道采样结果宏定义 */
107 #define GET_BEMF_CH_B_ADC_RESULT     (ADC0_DAT3)
108
109 /* C相反电动势ADC通道采样结果宏定义 */
110 #define GET_BEMF_CH_C_ADC_RESULT     (ADC0_DAT4)
111
112 /* 芯片温度ADC通道采样结果宏定义 */
113 #define GET_TEMPERTURE_ADC            (ADC1_DAT5)

```

```
135 /* *****PGA及最大限流定义***** */
136
137 #define BUS_PGA_GAIN          7.27          /* 母线放大倍数 */
138 #define RESIS_NUMBER         2              /* 母线取样电阻个数 */
139 #define RESISTANCE            0.0046        /* 单个取样电阻阻值 */
140 #define SHUNT_RESISTOR        (RESISTANCE / RESIS_NUMBER) /* 取样电阻阻值 */
141 #define MAX_BUS_CURRENT_SETTINT (u16)16     /* 最大限流电流 */
142 #define ABS_CURRENT_SETTINT   (u16)2        /* ABS限流 */
143
144 #define CURRENT_ADC_PER_A      (u16)(SHUNT_RESISTOR*BUS_PGA_GAIN*32752/3.6) /* 每安电流ADC值 */
145 #define CURRENT_ADC_PER_1_8A  (u16)(CURRENT_ADC_PER_A >> 3)              /* 每八分之一安电流ADC值 */
146 #define CURRENT_LIM_VALUE      (u16)(MAX_BUS_CURRENT_SETTINT*SHUNT_RESISTOR*BUS_PGA_GAIN*32752/3.6) /* 最大电流ADC值 */
147 #define ABS_CURRENT_VALUE      (u16)(ABS_CURRENT_SETTINT*SHUNT_RESISTOR*BUS_PGA_GAIN*32752/3.6) /* 最小电流ADC值 */
148
149 #define PHASE_MAX_CURRENT      (u16)(10000) /* 最大相线电流最大16000 */
```

```

151 /* *****欠压 过压 设定部分 ***** */
152
153 #define VOLTAGE_SHUNT_RATIO          (1.0/(40+1.0))          /* 分压比 */
154
155 #define VOLATAGE_0_2V                (u16)(1 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/18*32752)
156 #define VOLATAGE_0_5V                (u16)(1 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/7.2*32752)
157
158 #define LOW_VOLATAGE_THD              (u16)(32 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
159
160 ////////////////////////////////////////////////// 36V工作电压相关宏定义 //////////////////////////////////
161
162 #define VOLATAGE_29V                 (u16)(30 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
163 #define VOLATAGE_45V                 (u16)(45 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
164 #define VOLATAGE_47V                 (u16)(47 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
165
166 ////////////////////////////////////////////////// 48V工作电压相关宏定义 //////////////////////////////////
167
168 #define VOLATAGE_42V                 (u16)(41.8 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
169 #define VOLATAGE_60V                 (u16)(60 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
170 #define VOLATAGE_62V                 (u16)(62 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
171
172 #define VOLATAGE_43V                 (u16)(43 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
173 #define VOLATAGE_44V                 (u16)(44 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
174 #define VOLATAGE_47_5V               (u16)(47.5 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
175
176 ////////////////////////////////////////////////// 60V工作电压相关宏定义 //////////////////////////////////
177
178 #define VOLATAGE_52V                 (u16)(52.3 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
179 #define VOLATAGE_74V                 (u16)(74 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
180 #define VOLATAGE_76V                 (u16)(76 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
181
182 #define VOLATAGE_54V                 (u16)(54 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
183 #define VOLATAGE_55V                 (u16)(55 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)
184 #define VOLATAGE_59_5V               (u16)(59.5 * VOLTAGE_SHUNT_RATIO/3.6*32752)

```

```

34  /* -----Motor Parameter----- */
35  #define U_MOTOR_PP                (23)                /* 电机极对数 */
36
37  #define U_MOTOR_RS                 (0.096)             /* 单位: Ω 电机相电阻 */
38
39  #define DCOEFFICIENT              (1.00)              /* 系数 */
40  #define QCOEFFICIENT              (1.00)              /* 系数 */
41  #define U_MOTOR_LD                 (206 * DCOEFFICIENT) /* 单位: uH 电机d轴电感 */
42  #define U_MOTOR_LQ                 (259 * QCOEFFICIENT) /* 单位: uH 电机q轴电感 */
43
44  /* -----Voltage Current Parameter----- */
45
46  #define U_MAX_FREQ                 (1200.0)            /* 单位:Hz, 电机最高运行转速600hz */
47
48  /* ----- 不需要改动部分 ----- */
49
50  /* 电机磁链常数 计算公式:  $V_{pp}/2/\sqrt{3}/(2\pi)/f$ , 其中 $V_{pp}$ 为电压峰值,  $f$ 为电频率
51   此参数仅影响顺逆风启动的速度检测, 角度估算不使用此参数
52    $V_{pp}=5.72V*2$ ;  $f=31.654hz$  */
53
54  #define U_MOTOR_FLUX_CONST         (0.0166050*0.97)    /*  $5.72*2/2/1.732/(2\pi)/31.654=0.0166050$  */
55
56  /*最大允许输出电流*/
57  #define ISMAXlimit                 (30.5)              /* Unit:A, speedloop output max固定 */
58
59  /* -----SLVC Loop Parameter 设置 ----- */
60  #define MIDDLE_SPEED              (400.0)             /* RPM 速区间 */
61  #define OPEN_ACC                   (120)              /* RPM */
62
63  #define OB_PLL_KP                  (3600)             /* 400 ---- 12100 */
64  #define OB_PLL_KI                  (12)              /* 50 ---- 22 */
65
66  #define OPEN_SPEED                 (1)                /* RPM */
67  #define CLOSE_SPEED               (6)                /* RPM */
68  #define MINOR_SPEED               (30)               /* RPM */

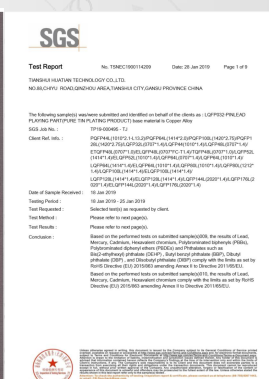
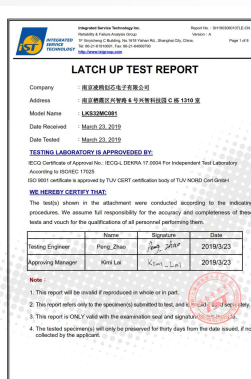
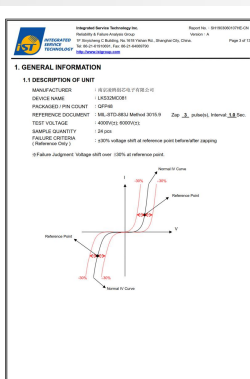
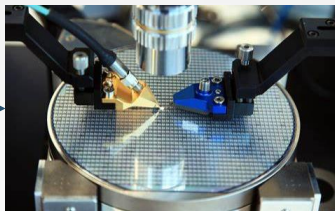
```

```

93 //添加反电势电路滤波处理配置
94 #define BMEF_VOLT_FIL_ENABLE (1) /* 1 ----- 使能 */
95 #define BMEF_VOLT_FIL_TIME ((s16)2) /* 滤波时间 ms */
96
97 #define BMEF_ANG_CHECK_SPEED (80) /* 电频率 Hz */
98 /* 小于此频率, 用BMEF_ANG_MAX_INC_THETA校验 */
99 /* 大于此频率, 用左移位数判断 */
100
101 #define BMEF_ANG_CHECK_THETA ((s16)(BMEF_ANG_CHECK_SPEED * 32768.0/PWM_FREQ ))
102
103 #define BMEF_ANG_CHECK_SHL_BIT (2) /* 4 倍 */
104 #define BMEF_ANG_MAX_SPEED_INC (BMEF_ANG_CHECK_SPEED << BMEF_ANG_CHECK_SHL_BIT)/* 电频率 Hz */
105 #define BMEF_ANG_MAX_INC_THETA ((s16)(BMEF_ANG_MAX_SPEED_INC * 32768.0/PWM_FREQ ))
106
107
108 #define MOTOR_BLOCK_VOLT (1.5)
109 #define MOTOR_BLOCK_VOLT_MAG (MOTOR_BLOCK_VOLT * 32768.0/(ADC_SUPPLY_VOLTAGE/BEMF_SHUNT_RATIO))
110 #define MOTOR_BLOCK_PRD (1000)
111
112 #define MOTOR_BMEF_OFFST (1.0)
113 #define MOTOR_BMEF_OFFST_MAG (MOTOR_BMEF_OFFST * 32768.0/(ADC_SUPPLY_VOLTAGE/BEMF_SHUNT_RATIO))
114
115
116 #define MOTOR_PSI (U_MOTOR_FLUX_CONST)
117 #define MOTOR_PSI_BASE (BOARD_U_BASE/(U_MAX_FREQ * 2* 3.1415926))
118 #define MOTOR_PSI_Q10 (MOTOR_PSI_BASE * 2048.0/(MOTOR_PSI))

```

封装测试





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！