AN2001
应用笔记

UM32M130/131、UM32MP31

BLDC 吸尘器调试指南

版本：V1.1

Unicmicro

广芯微电子（广州）股份有限公司

http://www.unicmicro.com/

条款协议

本文档的所有部分，其著作产权归广芯微电子（广州）股份有限公司（以下简称广芯微电子）所有，未经广芯微电子授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，广芯微电子及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

1. 本文档中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文档中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
2. 在准备本文档所记载的信息的过程中，广芯微电子已尽量做到合理注意，但是，广芯微电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文档中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文档中的广芯微电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，广芯微电子不承担任何责任。本文档所记载的内容不应视为对广芯微电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 使用本文档中记载的广芯微电子产品时，应在广芯微电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用广芯微电子产品而产生的故障或损失，广芯微电子不承担任何责任。
5. 虽然广芯微电子一直致力于提高广芯微电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，广芯微电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当广芯微电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。

Unicmicro

 Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

目录

1 摘要 1
2 概述 1
3 准备工作 1
4 工程文件说明 3
4.1 文件目录说明 3
4.2 主要文件说明 6
4.3 主要参数说明 7
4.3.1 系统配置参数 7
4.3.2 保护参数 8
5 系统流程图 10
5.1 系统结构 10
5.2 软件功能框图 11
5.3 主程序框图 11
5.4 中断程序框图 12
5.5 定时事件程序框图 12
5.6 电机状态机框图 13
5.7 控制功能 15
5.7.1 速度计算 15
5.7.2 PWM 调节 15
5.8 电机故障保护 16
5.8.1 故障列表 16
5.8.2 电压保护 17
5.8.3 软件过流保护 18
5.8.4 温度保护 20
5.8.5 硬件过流保护 23
5.8.6 堵转保护 23
5.8.7 超速保护 23
6 CLI 命令操作 24
6.1 命令行特点 24
6.2 命令列表 25
6.3 通过命令行验证 25
6.3.1 环境搭建 25
6.3.2 操作步骤 25
7 常见问题 29
7.1 如何配置硬件参数 29
7.2 如何让电机动起来 30
7.3 功率闭环时，功率波动大怎么处理 30
8 版本修订 31

Uniemicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

1 摘要

本篇应用笔记主要介绍 UM32M13x、UM32MP31 的 BLDC 吸尘器调试指南。

本篇应用笔记主要包括：

- 工程文件说明
- 系统流程图
- CLI 命令操作

2 概述

本文档主要介绍了采用广芯微电子 BLDC 电控方案平台调试产品时的主要步骤和相关注意点，BLDC 电控方案主要包含有感方波控制和无感方波控制两种，因有感方案与无感使用原理一致，且无感方案涉及内容包含有感部分，故本文档主要介绍方波无感方案。

UM32M130/131、UM32MP31 系列芯片是广芯微电子（广州）股份有限公司研制的基于 ARM Cortex-M0+内核的超低功耗、Low Pin Count、宽电压工作范围的 32 位 IoTP 处理器 SoC 芯片系列，依据行业应用场景的具体应用需求，芯片系统采用了独特的低功耗设计技术，内部集成了 12 位 SAR ADC、UART、SPI、QSPI、I2C 等通用外围通讯接口，ADC、OPA、比较器等传感获取接口，以及 LPUART、LPTIMER、WDT 等超低功耗模块接口。同时内部根据电机控制设计需求，集成了 4 路比较器，1 路运放，具有高整合度、高抗干扰、高可靠性和超低功耗等技术特点。

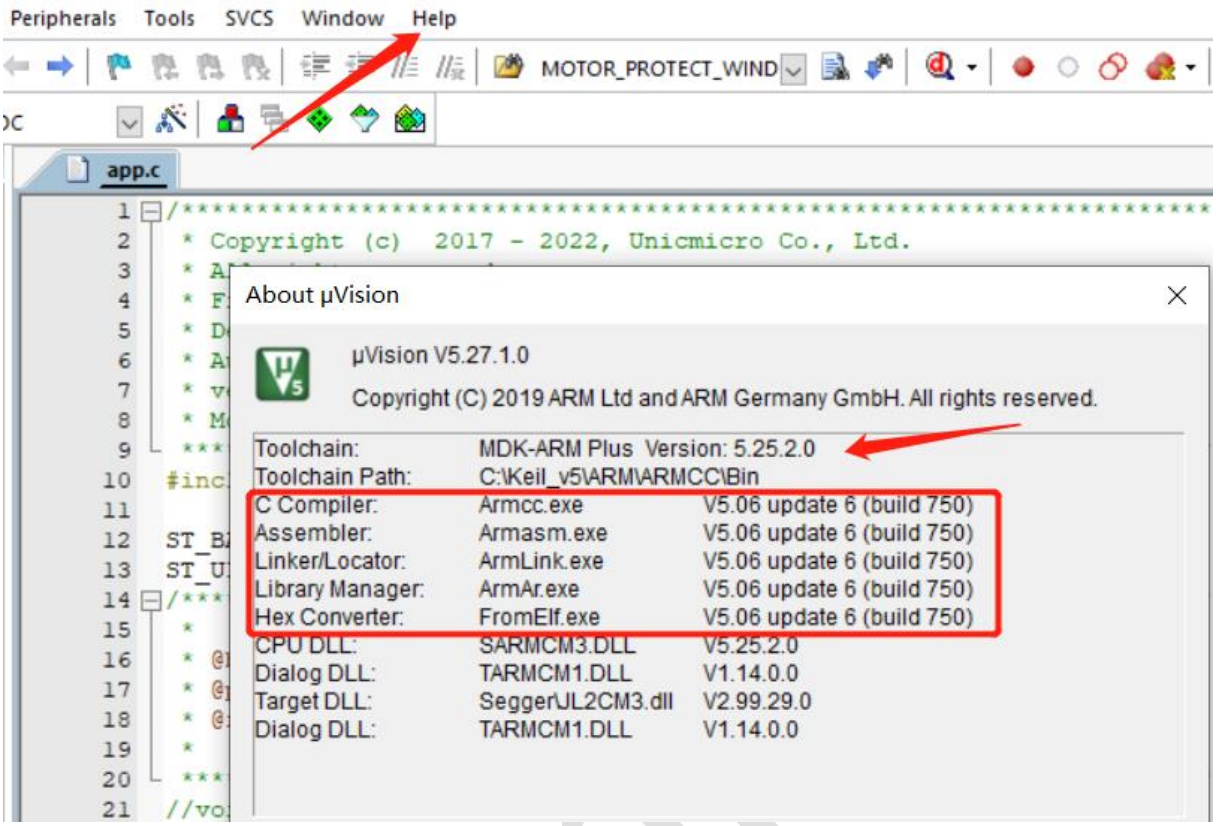
3 准备工作

- **硬件**
  - 基于 UM32M130/131、UM32MP31 系列芯片的吸尘器电机驱动板
  - 串口线
  - J_Link 烧录仿真器
  - PC（Windows）
- **软件**

  开发软件采用 MDK5，版本信息如下图所示：

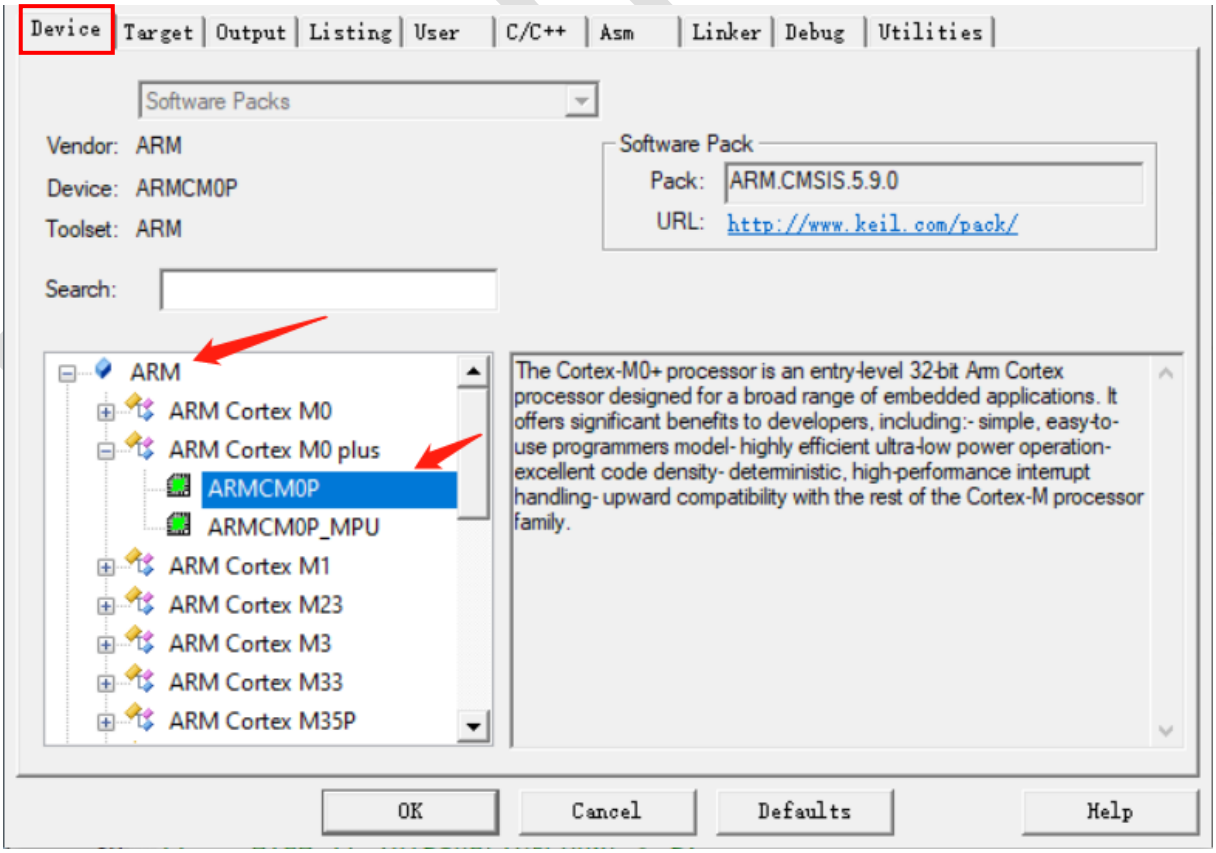
Unicmicro

 Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

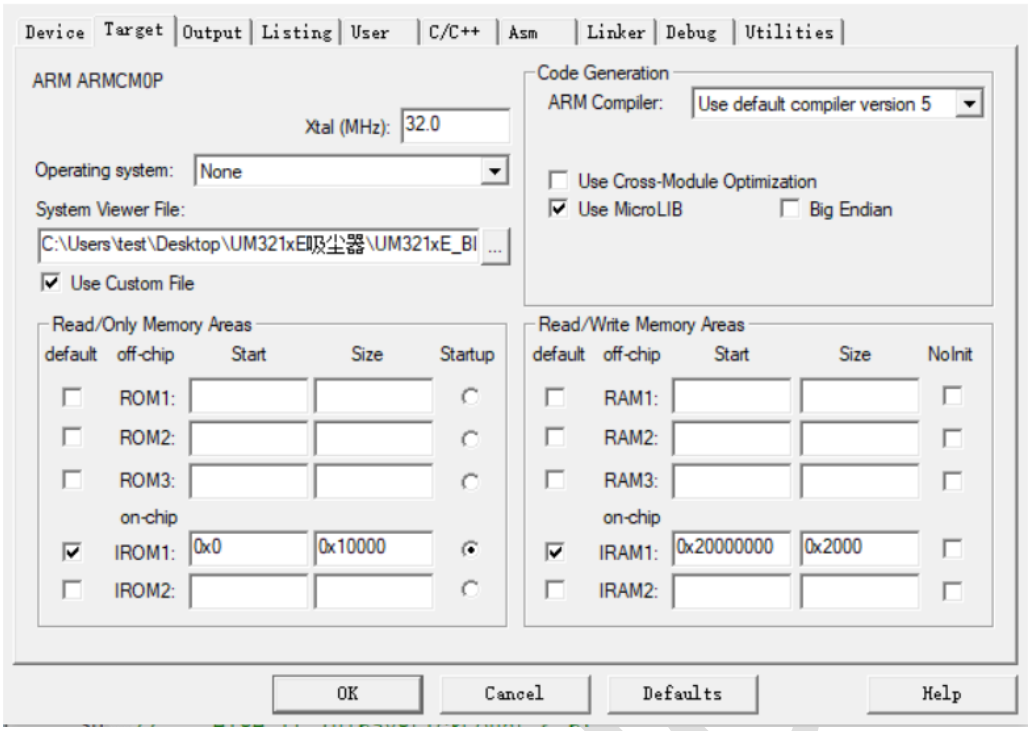


- **编译器配置**

芯片型号选择：在“Device”界面，“ARM”目录下选择“ARMCM0P”。

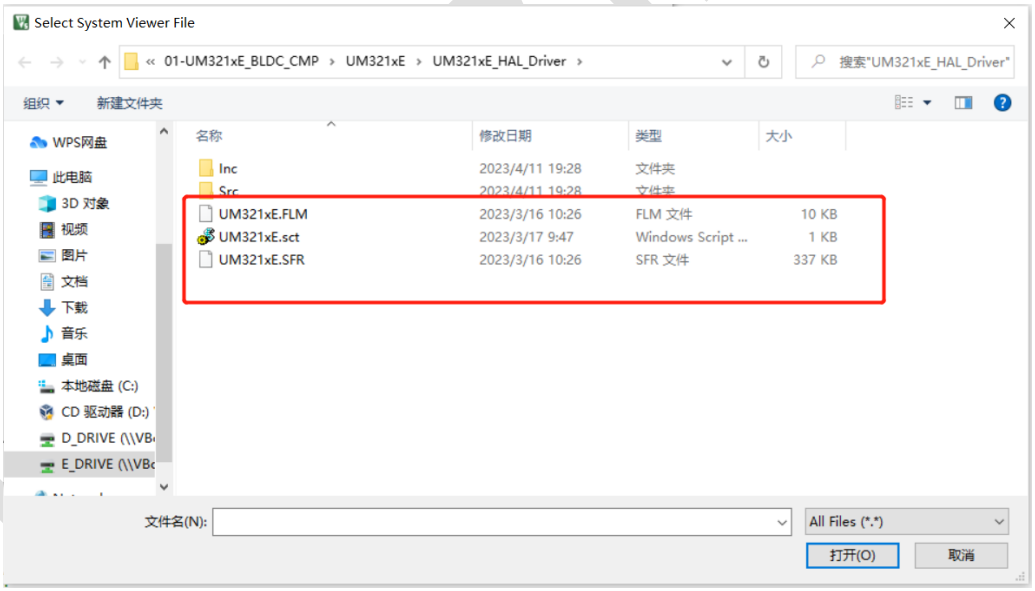


Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司



- **SCT/SFR/FLM 配置文件**

  相关文件路径位于：01-UM321xE_BLDC_CMP\UM321xE\UM321xE_HAL_Driver。

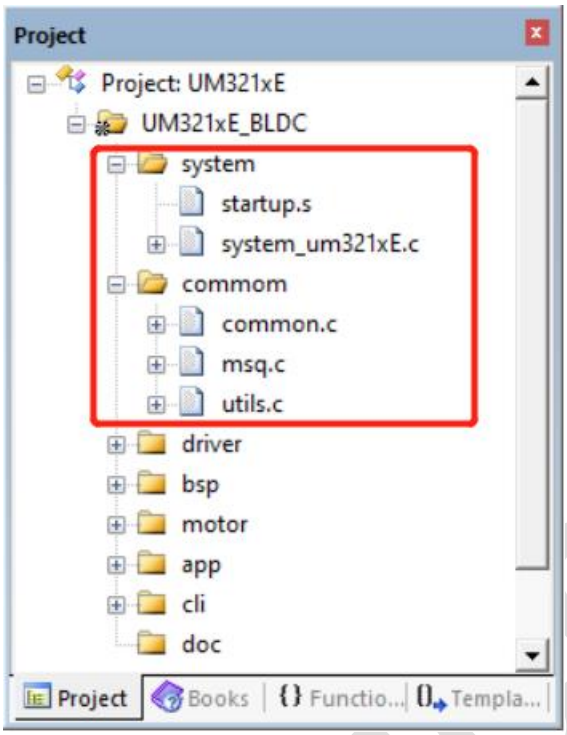


4 工程文件说明

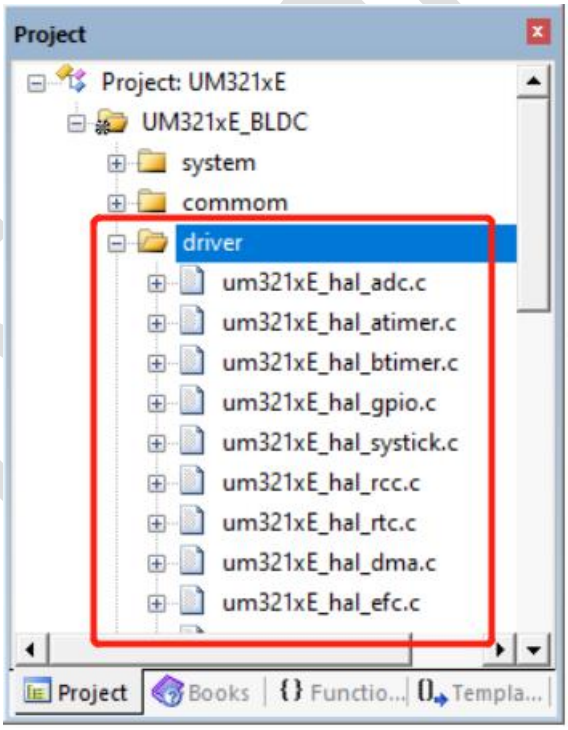
4.1 文件目录说明

- **系统文件和公共文件**

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

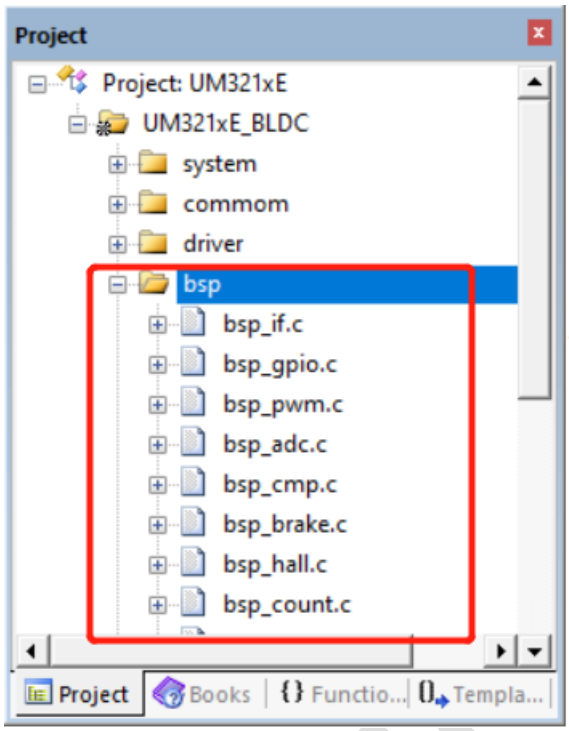


- **底层驱动文件**

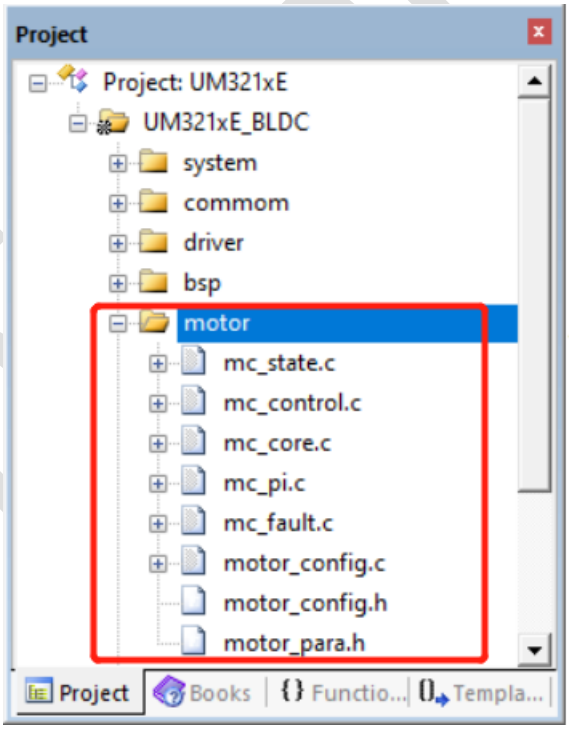


- **bsp 中间层**

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

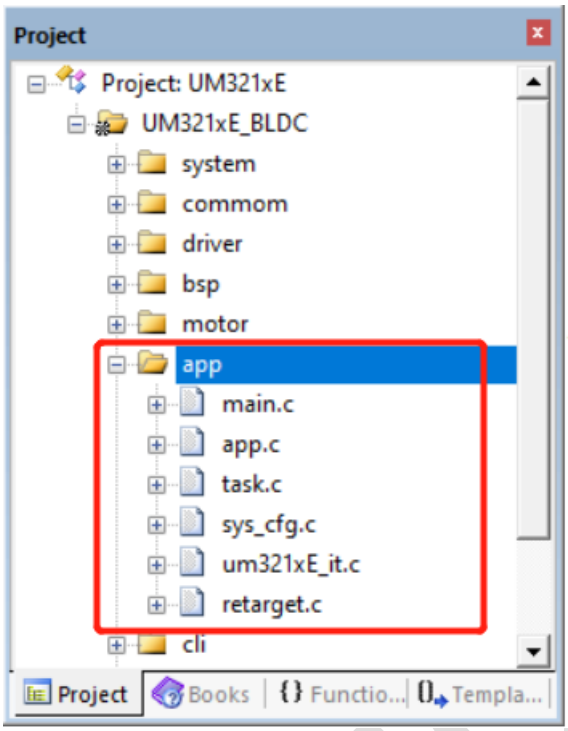


- **电机核心算法层**

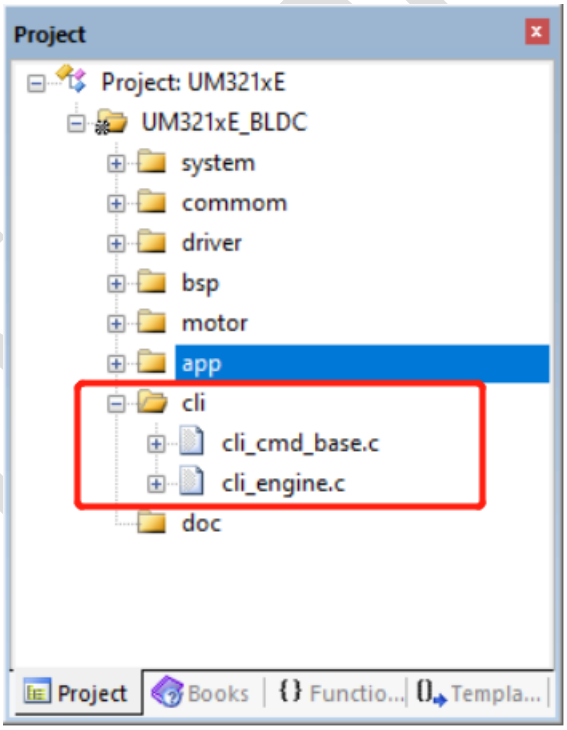


- **应用层**

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司



- **CLI 模块**



4.2 主要文件说明

表 4-1：主要文件说明

文件名	说明
mc_state.c	电机控制主状态机程序和电机相关变量初始化
mc_contorl	电机控制函数 PWM 调节，环路控制等
mc_core.lib	电机控制算法部分

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

文件名	说明
mc_pi.c	PI 控制函数
mc_fault.c	电机保护机制处理
motor_config.h	电机控制参数、保护功能参数等与电机应用相关的参数配置
motor_para.h	电机硬件参数，新的硬件需要做参数匹配才可以使用
app.c	应用层代码区域，客户可以添加自主功能代码

4.3 主要参数说明

4.3.1 系统配置参数

表 4-2：系统配置参数

配置参数（motor config）	参数含义	调节建议
MOTOR_POLES	电机极对数	根据电机实际极对数填写
LPTIMER_CLK_FREQUENCY	换相计时器时钟频率	根据 bsp 层配置调节
SYSTEM_CLK_FREQUENCY	MCU 芯片主频	不建议调整
PWM_FREQUENCY	PWM 载波频率	可以根据转速适当调节
ATIMER_IRQ_PRIORITY	定时中断优先级设置	不建议调整
CMP_IRQ_PRIORITY	扫描比较器过零中断优先级设置	不建议调整
ADC_IRQ_PRIORITY	ADC 中断优先级设置	不建议调整
PWM_DUTY_MAX	输出占空比上限	最大为 100 代表 100%
PWM_DUTY_MIN	输出占空比下限	最大为 100 代表 100%
BRAKE_FLAG	刹车停机使能	自定义
MOTOR_FR	电机转向选择	自定义
HALL_SELECT	有感无感选择	自定义
CONTROL_MODE	控制模式选择	自定义
SPEED_KP	速度环 KP	Q10
SPEED_KI	速度环 KI	Q10
MC_REFSPEED	速度环给定	自定义
SPEED_MAX	速度环最大转速	根据最高电压的最大转速设置
BUS_CURRENT_LPF_RATIO	电流滤波系数	0-1023 调节
LIMIT_BUS_CURRENT_EN	母线限流使能	0/1
LIMIT_BUS_CURRENT_VALUE	母线电流限制值	-
LIMIT_PHASE_CURRENT_EN	相线电流限流使能	-
LIMIT_PHASE_CURRENT_VALUE	相电流限制值	-
LIMIT_CURRENT_DEVIA_VALUE	电流限制冗余/滞回值	-
POWER_LPF_RATIO	功率滤波系数	0-1023 调节
POWER_KP	功率环 KP	Q10
POWER_KI	功率环 KI	Q10
MC_REF_POWER	功率环给定	实际功率设置
PWM_PRECENT_MAX	功率调节 PWM 占空比百分比最大值	根据 PPM 通信需求设定
PWM_PRECENT_MIN	功率调节 PWM 占空比百分比最小值	-
DTUY_MODE_OUT_TARGET	开环模式下占空比给定	1-100

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

配置参数（motor config）	参数含义	调节建议
TEST_COM_PERIOD	测试模式，6 步换相周期	
TEST_COM_DUTY_OUT	测试模式，6 步换相占空比	0-100
RUN_STEP_PERIOD	占空比调节周期（PWM 周期）	-
IPD_ON_TIME	IPD 脉冲初始位置定位的导通时间	-
IPD_OFF_TIME	IPD 脉冲初始位置定位的关断时间	-
FIRST_STEP_GAP_VALUE	第一步换相时间	LP_FRE/1000*5 表示 5ms
FORCE_STEP_GAP_VALUE	强制换相时间	上一个扇区换相时间大于该间隔才会进入强制换相判断，一般设置为电机闭环运行最低转速时的扇区换相时间
STARTUP_PERIOD	启动转速计算周期	不建议更改
MC_STARTUP_DUTY	启动占空比设置	-
ANGLE_SET_MASK	屏蔽续流角度	5-60 根据相电压波形调节
ANGLE_SET_ZERO_SEARCH	过零延时换相导通角度	0-15 根据相电压波形调节

4.3.2 保护参数

表 4-3：保护参数

保护参数	参数含义
MOTOR_PROTECT_VOLTAGE_EN	电压保护使能：0/1
MOTOR_PROTECT_OVERVOLTAGE_TIME	过压保护持续时间
MOTOR_PROTECT_OVERVOLTAGE_VALUE	过压保护电压值
MOTOR_PROTECT_UNDERVOLTAGE_TIME	欠压保护持续时间
MOTOR_PROTECT_UNDERVOLTAGE_VALUE	欠压保护电压值
MOTOR_PROTECT_STARTVOLTAGE_EN	启动电压保护使能：0/1
MOTOR_PROTECT_STARTVOLTAGE_TIME	启动电压保护持续时间
MOTOR_PROTECT_STARTVOLTAGE_VALUE	启动电压保护电压值
MOTOR_PROTECT_FALLVOLTAGE_VALUE	10ms 电压跌落多少值，判定掉电停机
MOTOR_PROTECT_HARD_OVER_CURRENT_EN	硬件过流使能
MOTOR_PROTECT_CURRENT_EN	软件过零使能
MOTOR_PROTECT_OVER_CURRENT_VALUE	软件过流值
MOTOR_PROTECT_OVER_CURRENT_TIME	软件过流持续时间
MOTOR_PROTECT_ADMID_MAX_VALUE	偏置保护最大值
MOTOR_PROTECT_ADMID_MIN_VALUE	偏置保护最小值
MOTOR_PROTECT_ADMID_TIME	偏置保护时间
MOTOR_PROTECT_TEM_EN	MOS 温度保护使能
MOTOR_PROTECT_OVER_TEM_RES_VALUE	过温保护电阻值
MOTOR_PROTECT_OVER_TEM_TIME	过温保护持续时间
MOTOR_PROTECT_UNDER_TEM_RES_VALUE	低温保护电阻值
MOTOR_PROTECT_UNDER_TEM_TIME	低温保护持续时间
MOTOR_PROTECT_STALL_EN	堵转保护使能
MOTOR_PROTECT_STALL_SPEED_VALUE	堵转保护速度值

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

保护参数	参数含义
MOTOR_PROTECT_STALL_SPEED_TIME	堵转保护持续时间
MOTOR_PROTECT_OVER_SPEED_EN	超速保护使能
MOTOR_PROTECT_OVER_SPEED_VALUE	超速保护速度值
MOTOR_PROTECT_OVER_SPEED_TIME	超速保护持续时间
MOTOR_PROTECT_WIND_BLOCK_EN	全堵保护使能
MOTOR_PROTECT_WIND_BLOCK_SPEED	全堵保护判定转速
MOTOR_PROTECT_WIND_BLOCK_RISE_TIME	全堵升功率判定持续时间
MOTOR_PROTECT_WIND_BLOCK_OFF_TIME	全堵停机保护持续时间
MOTOR_PROTECT_WIND_BLOCK_RISE_POWER	全堵判读后升功率值

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

5 系统流程图

5.1 系统结构

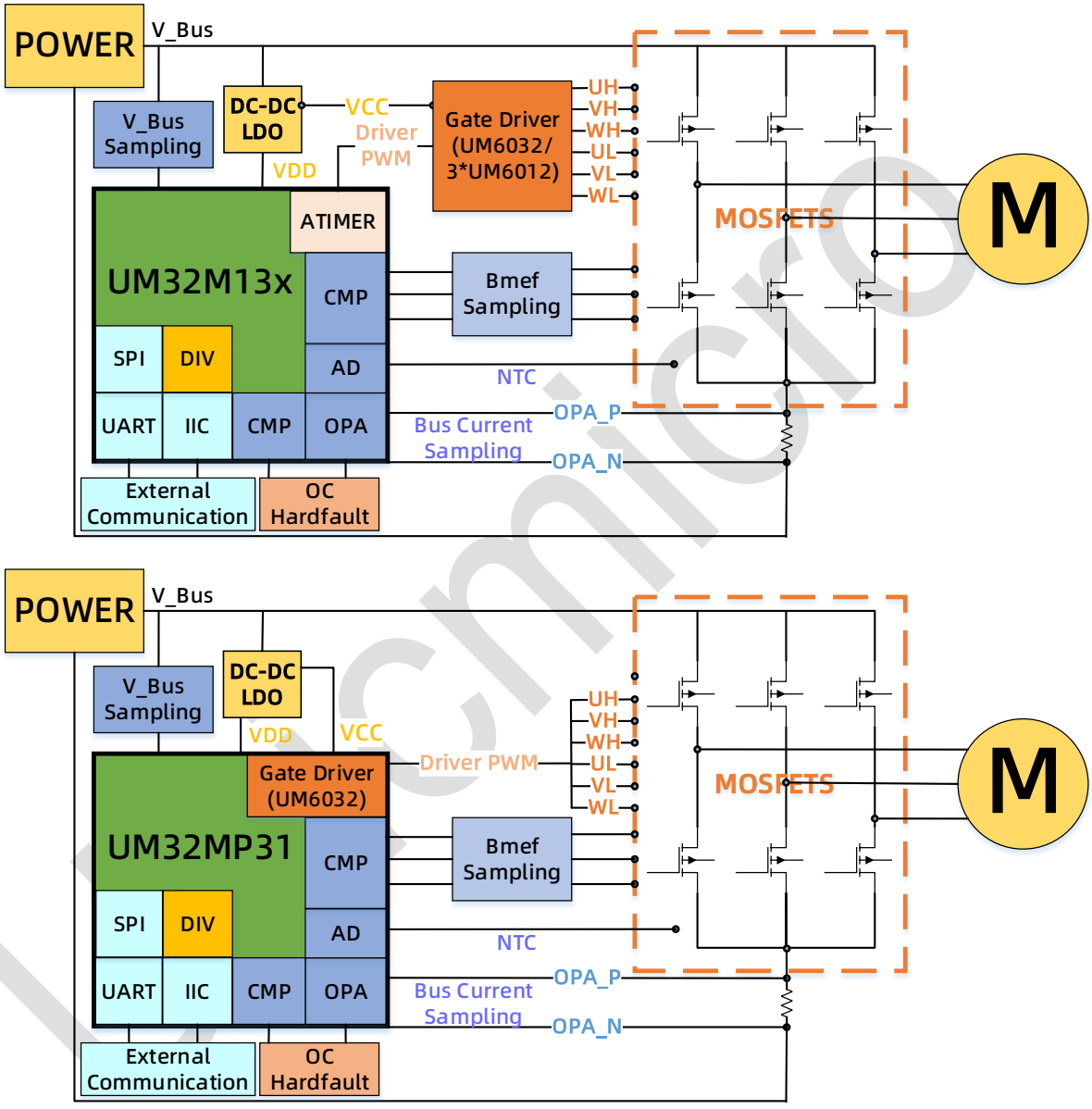


图 5-1：系统结构图

电源上电且接收到启动信号后直接启动。控制器主要由供电模块，通信接口模块，MCU 模块，驱动电路，电机等构成。当 MCU 检测到欠过压，过流，过温等异常时，电机停止运行。

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

5.2 软件功能框图

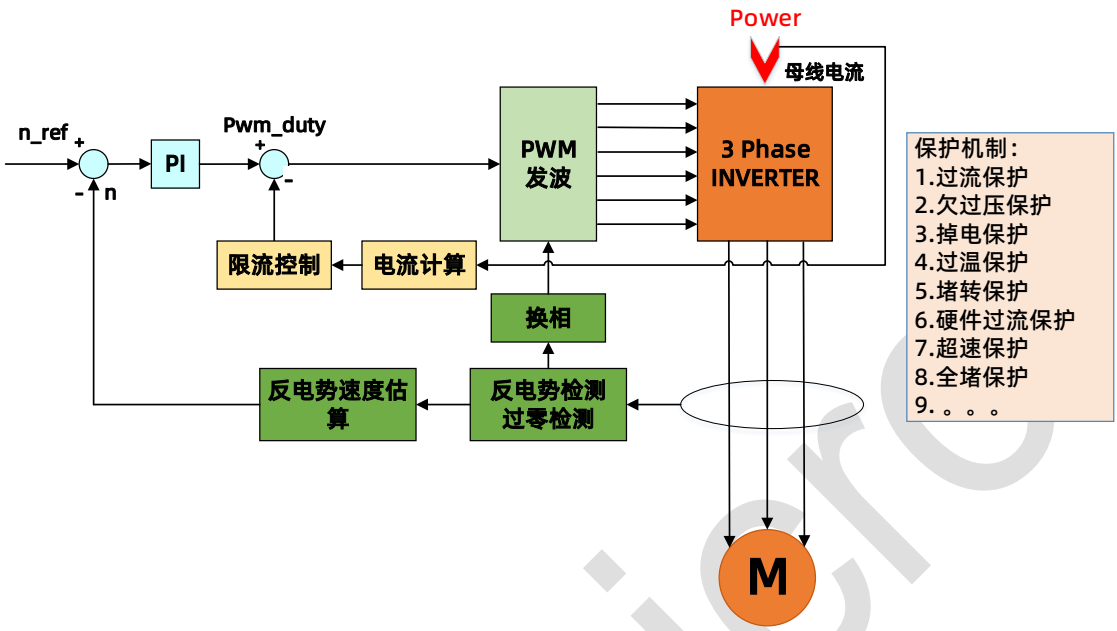


图 5-2：软件功能框图

5.3 主程序框图

控制器上电后进入系统配置，依次进行 IO 端口配置，AD 转换模块配置，定时器的配置，中断初始化，定时器初始化，保护参数初始化，交互参数初始化，初始化状态检测，使能中断，最后进入主循环执行相应时间事件。

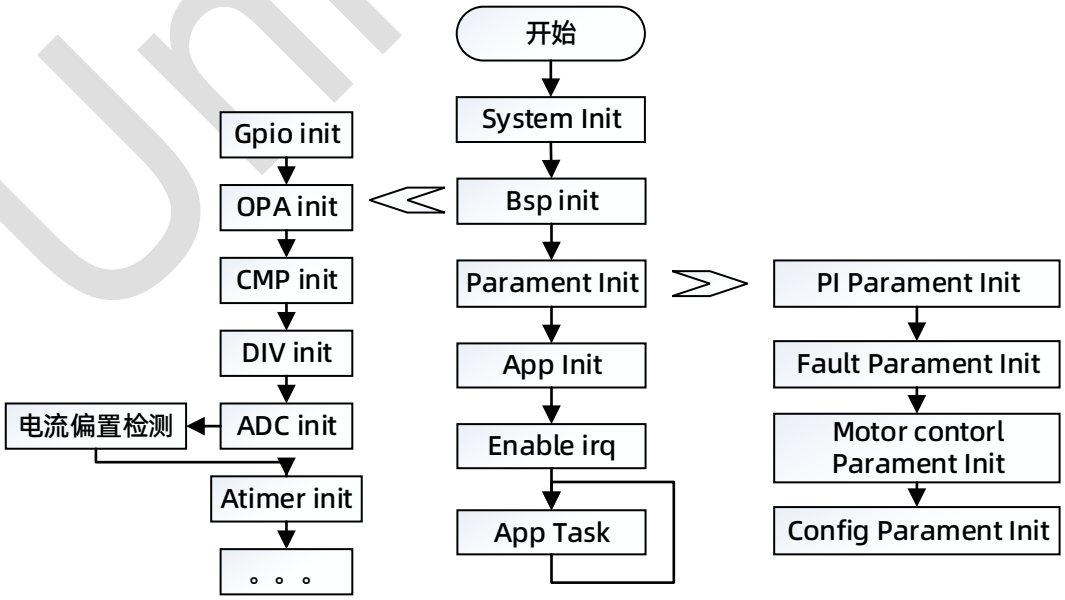


图 5-3：主程序框图

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

5.4 中断程序框图

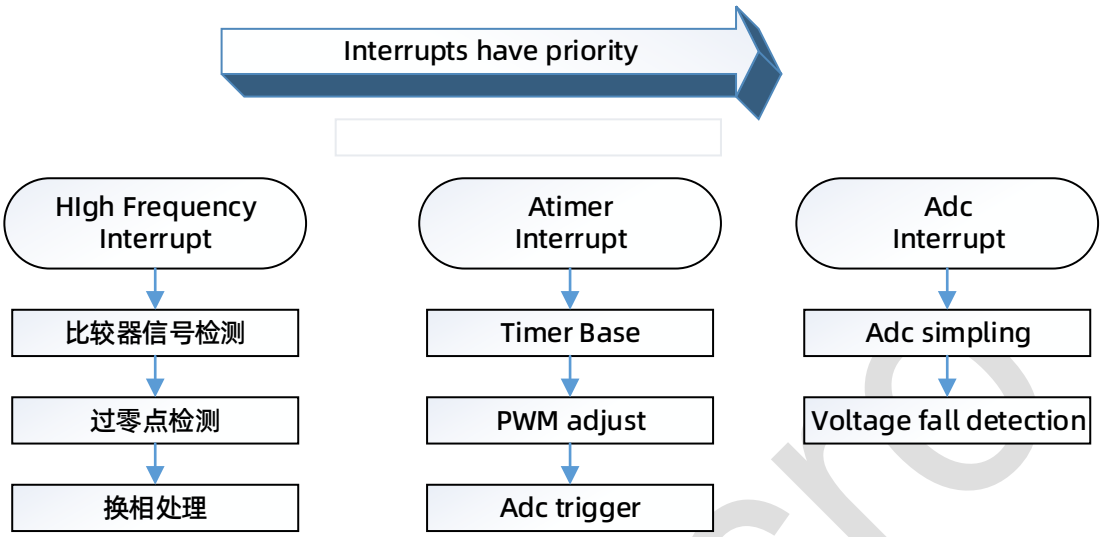


图 5-4：中断程序框图

5.5 定时事件程序框图

定时触发事件处理分为 PWM 事件，1ms 事件，5ms 事件，以及 10ms 事件。

- PWM 事件中包括电流保护
- 1ms 事件中包括故障检测，指示灯报警
- 5ms 事件中包括处理速度闭环，功率闭环
- 10ms 事件中待定

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

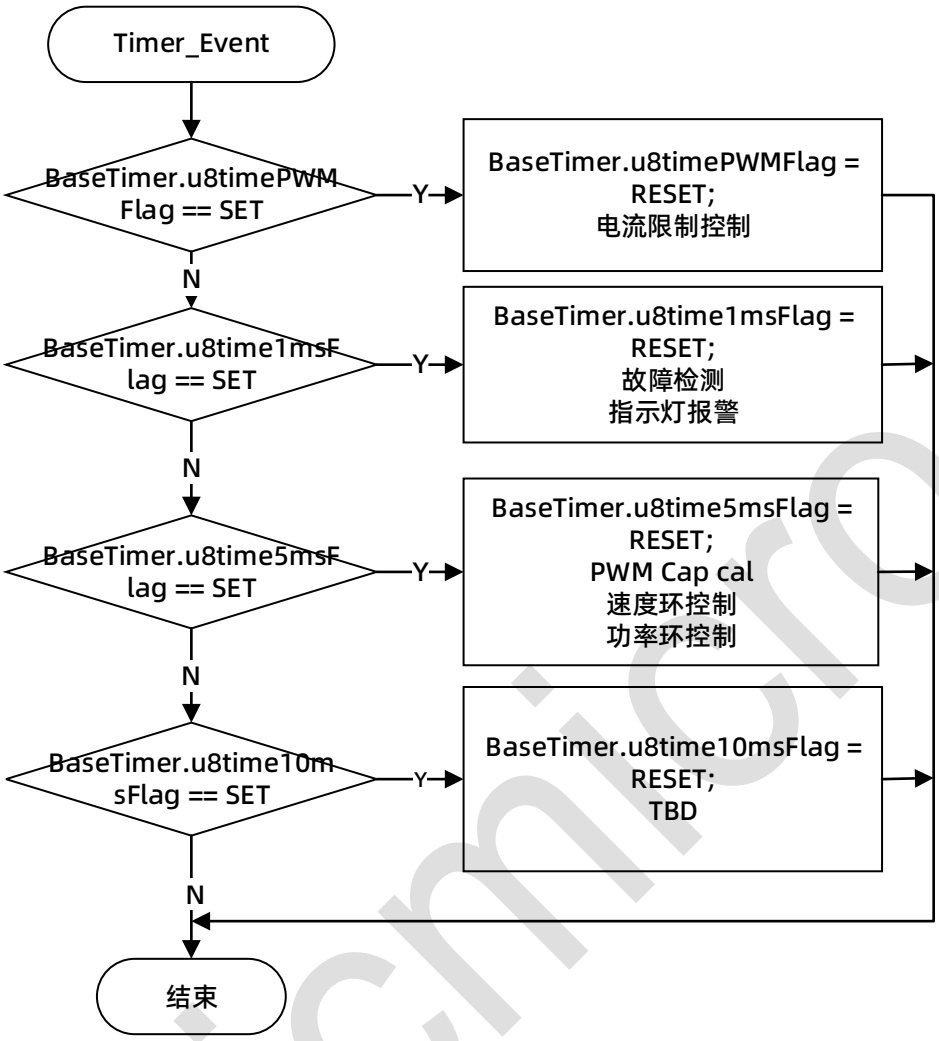


图 5-5：定时事件程序框图

5.6 电机状态机框图

- 分别有 MC_INIT、MC_READY、MC_IPD、MC_START、MC_RUN、MC_STOP、MC_BRAKE、MC_FAULTSTATE 8 个状态。
- 默认为 MC_STOP 状态：停机状态，电机处于静止或滑行状态，可进行滑行转速计算。
- MC_INIT 为初始状态，主要用于静止启动的电机参数初始化，及顺风启动的占空比初始给定。
- MC_READY 状态主要处理换相时间计算初始给定，及 Test 模式的换相操作。
- MC_IPD 状态下主要处理 IPD 初始位置检测算法，用于初始步序的确定。
- MC_START 状态主要处理 3 段式启动，目前未处理使用。
- 电机在 MC_RUN 状态中进行换相。
- MC_BRAKE 进行刹车操作。

电机停机功能为使电机快速停止运行，为此引入刹车的概念，MCU 控制驱动 IC 驱动三个上桥关闭，三个下桥 MOS 同时打开，形成电机的三相定子绕组全部被短接，此时处于发电状态的电机，

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

相当于电源被短路。因为绕组的电阻比较小，所以能产生很大的短路电流，电机的动能被快速释放，从而使电机瞬时产生极大的制动力矩，能够达到快速刹车的效果。

- MC_FAULTSTATE 进行故障刹车停机操作，及判断是否故障清除。
- 电机运行可通过状态标志位 u8run_state_flag 的给定及一些运行状态的判断来切换运行状态，状态图如下所示：

① u8run_state_flag = TRUE （启动标志位置位）
② u8run_state_flag = FALSE （启动标志位清零）
③ em_FaultCode = NOFAULT （故障代码清零）
④ u32run_speed < u32follow_wind_speed （转速小于顺风启动转速）
⑤ u32run_speed > u32follow_wind_speed （转速大于顺风启动转速）
⑥ u8control_loop_mode = TEST_LOOP （测试模式）
⑦ u8control_loop_mode != TEST_LOOP （非测试模式）
⑧ em_FaultCode = FAULT （故障代码置位）
⑨ u8brake_flag = TRUE （刹车使能）
⑩ u8start_vol_full_flag = TRUE（启动电压满足标志位置位）

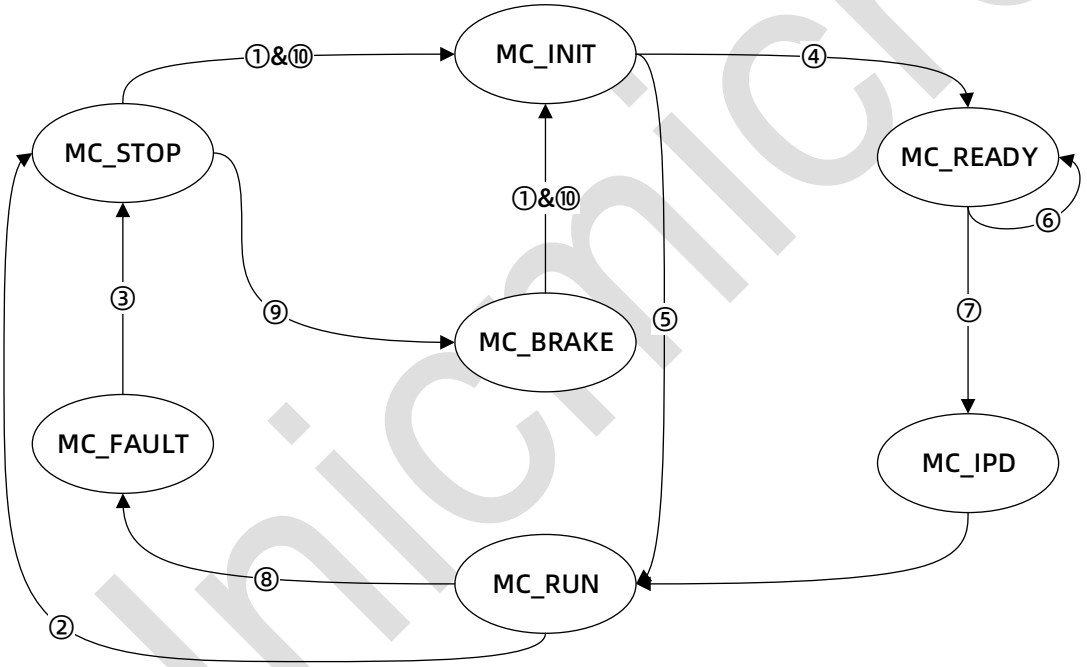


图 5-6：电机运行状态图

注：①②条件通过 APP 层进行控制给定

③⑧⑩条件通过 FAULT 层进行运行监测给定

④⑤条件通过在 MC_STOP 状态下检测给定

⑥⑦⑨条件在 mc_config.h 文件中选择

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

5.7 控制功能

5.7.1 速度计算

1. 使用 ATIMER 计数器进行换相时间计时，通过一阶滤波及滑动均值滤波进行电周期时间计算。
2. 软件外设配置： ATIMER 计数器使能
3. 流程图：

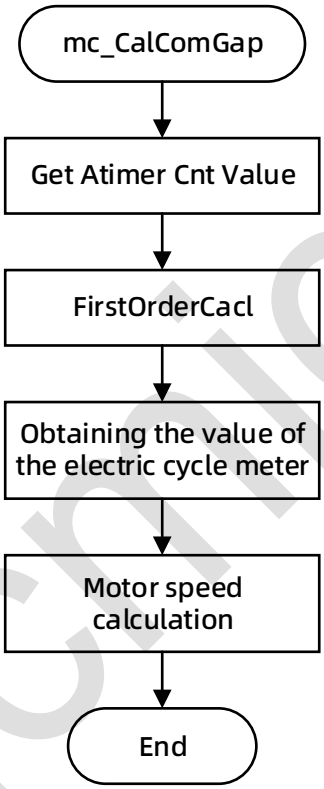


图 5-7：速度计算流程图

5.7.2 PWM 调节

1. 速度环输出值通过目标给定进行占空比的输出调节
2. 软件外设配置： ATIMER 占空比输入控制
3. 流程图：

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

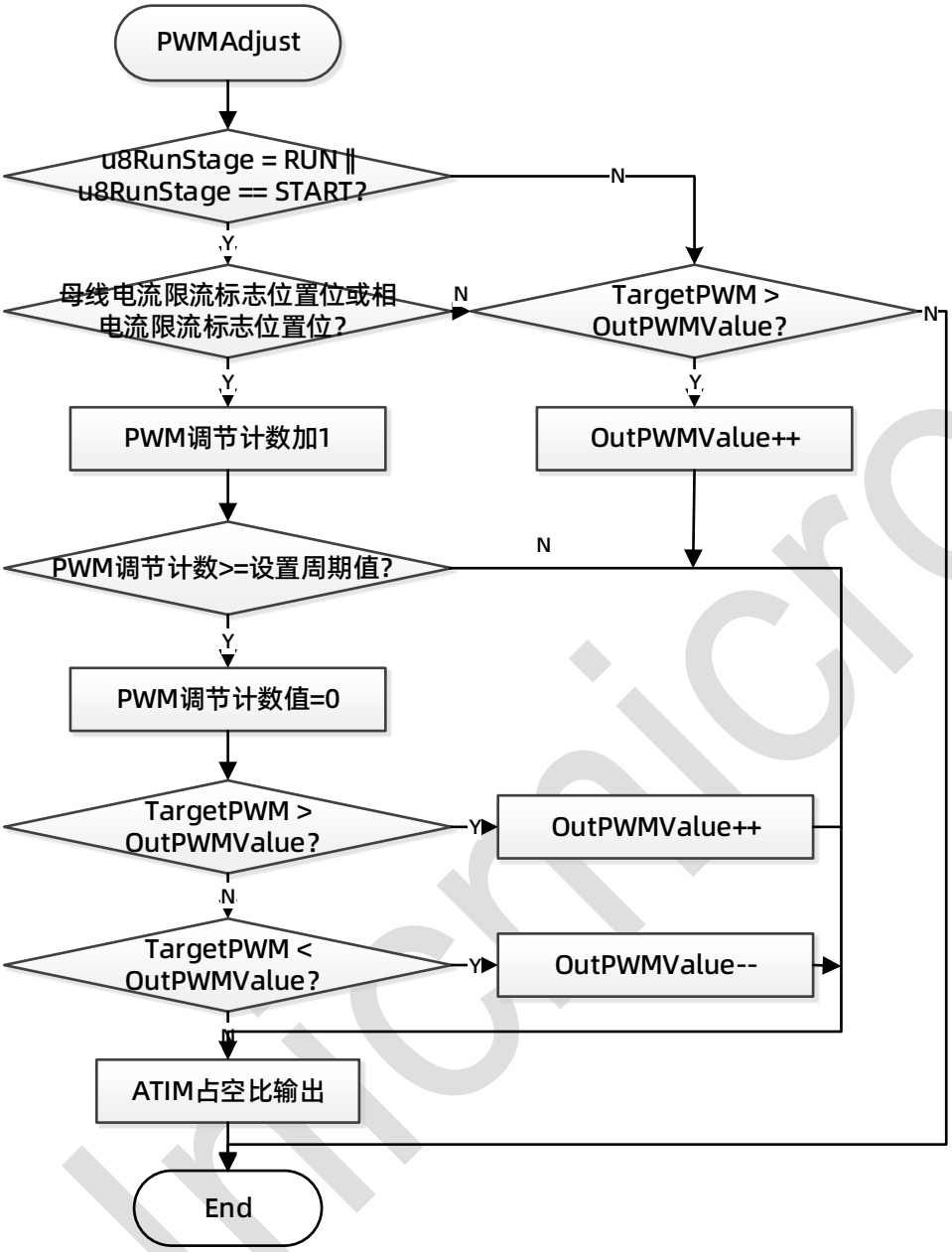


图 5-8：PWM 调节流程图

5.8 电机故障保护

5.8.1 故障列表

故障保护	描述
电压保护	通过 ADC 采集母线电压 AD 值，进行电压的上下限判断
软件过流保护	通过 ADC 采集电流采样电阻两端的电压 AD 值，进行电流的上限判断
温度保护	通过 ADC 采集 NTC 与电阻的分压电压 AD 值，进行温度的上下限判断

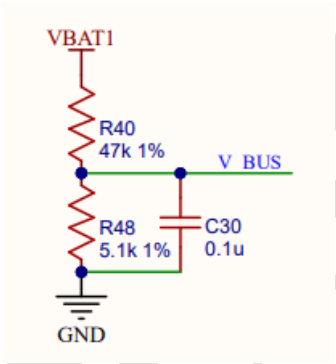
Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

故障保护	描述
堵转保护	通过计算电机运行的转速，进行电机转速的下限判断
超速保护	通过计算电机运行的转速，进行电机转速的上限判断
全堵保护	通过计算吸尘器堵孔运行时的转速，进行电机转速的上限判断，然后提升功率或进行停机保护
硬件过流保护	通过比较器配置，比较电压，响应 Atimer 的 brake 中断。
故障报警	通过 LED 的闪烁频次对应相应的故障，进行故障显示

注：保护参数解析请见 4.3.2，对应工程 motor_config.h

5.8.2 电压保护

通过 ADC 采集母线电压 AD 值并进行滤波，最后进行电压的上下限判断。



分压比由 R40/R48 计算可得，C30 为硬件滤波电容。

需至 motor_para.h 中配置响应参数：

参数	描述
HW_UBUS_H_R	母线电压采样电阻
HW_UBUS_L_R	母线电压采样电阻

流程图如下：

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

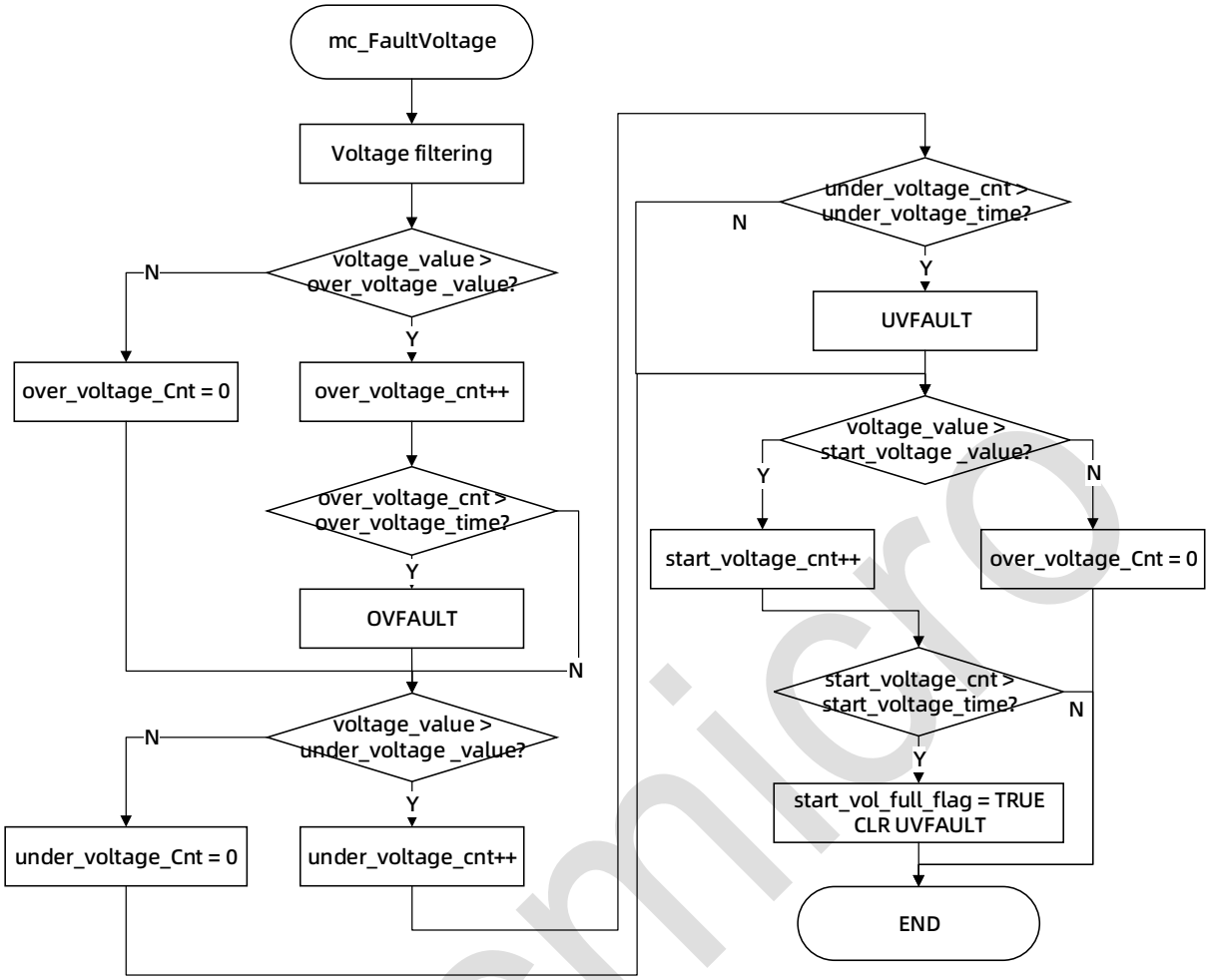
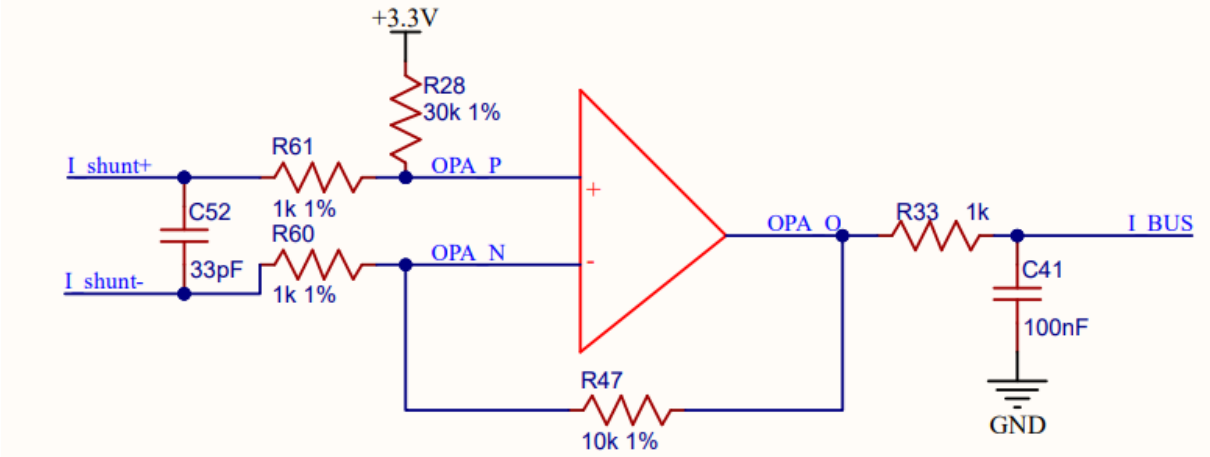


图 5-9：电压保护流程图

5.8.3 软件过流保护

通过 ADC 采集电流采样电阻两端的电压 AD 值，进行电流的上限判断



OPA 为内部运放，外部通过 R60/R61/R28/R47 来配置放大倍数及偏置值。经过 C41/R33 的滤波后到 I_BUS 电流采样 AD 口。

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

如上图：I_BUS=11[I_shunt + 3.3/(1+30)]

放大倍数及偏置电压分别为 11/1.117V。

需至 motor_para.h 中配置响应参数：

参数	**描述**
HW_IBUS_R	母线电流采样电阻
HW_AMP_GAIN_IBUS	母线电流采样放大倍数
HW_OFFSET_IBUS	母线电流采样偏置电压
HW_ADC_REF	ADC 参考电压

流程图如下：

Unicmicro

 Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

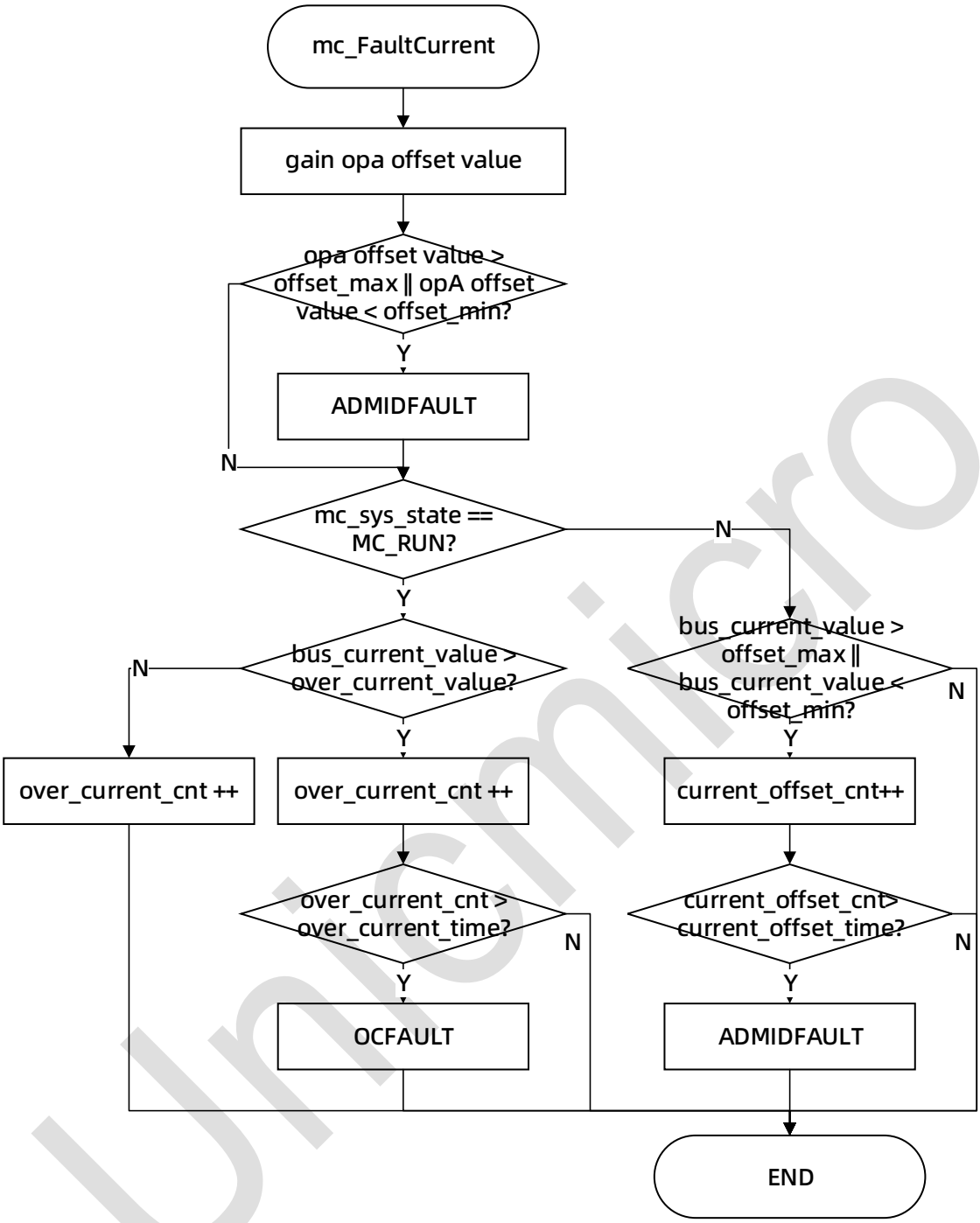
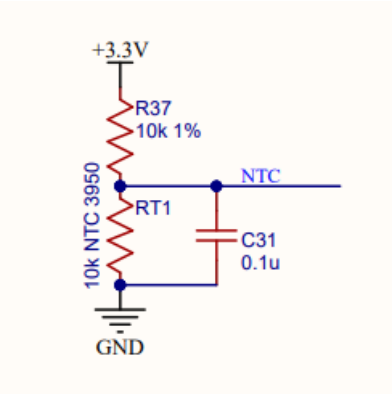


图 5-10：软件过流保护流程图

5.8.4 温度保护

通过 ADC 采集 NTC 与电阻的分压电压 AD 值，进行温度的上下限判断，可通过 NTC 温度阻值表设置保护温度对应的电阻值。

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司



R37 为分压电阻，RT1 为 NTC 热敏电阻，C31 为硬件滤波电容。
需至 motor_para.h 中配置响应参数：

参数	描述
HW_TEM_R	NTC 电压分压电阻

流程图如下：

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

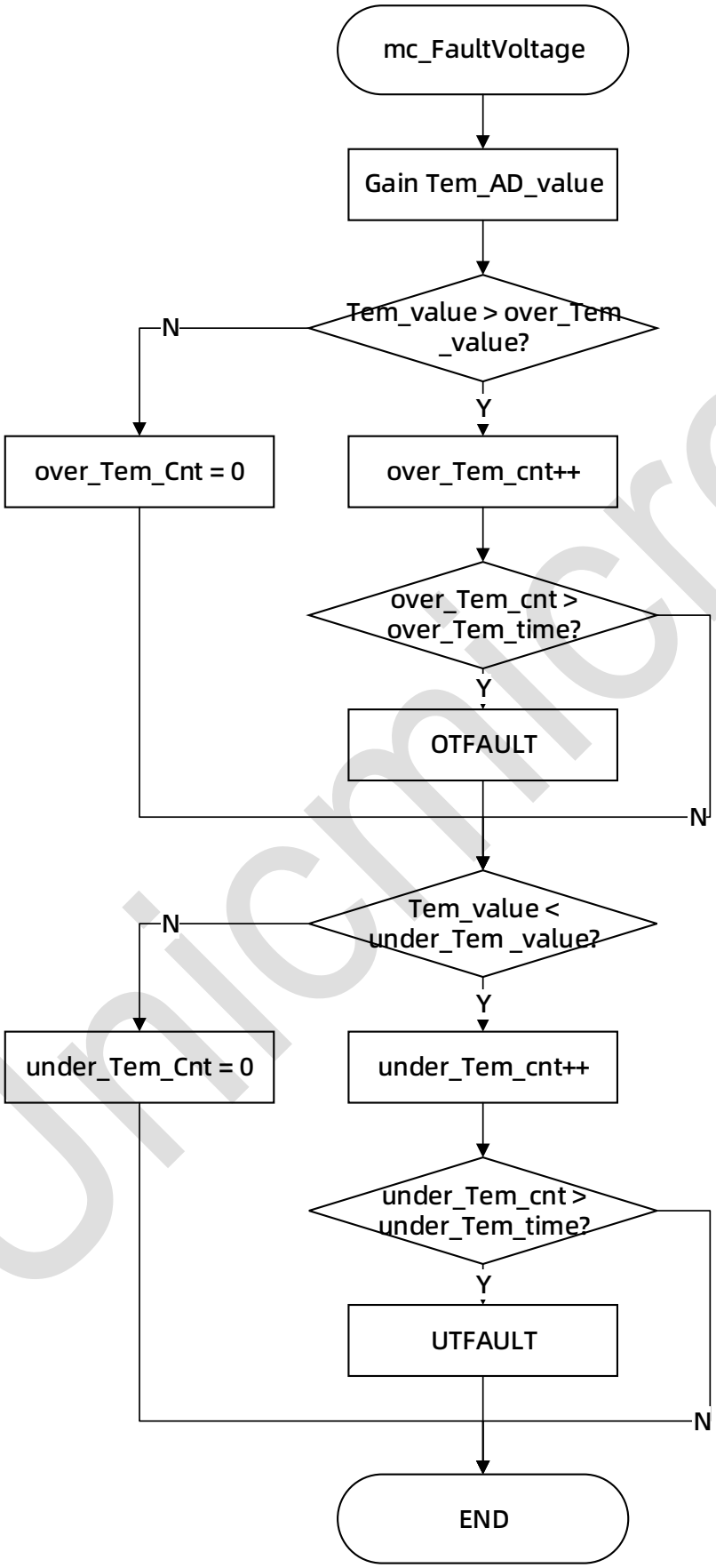


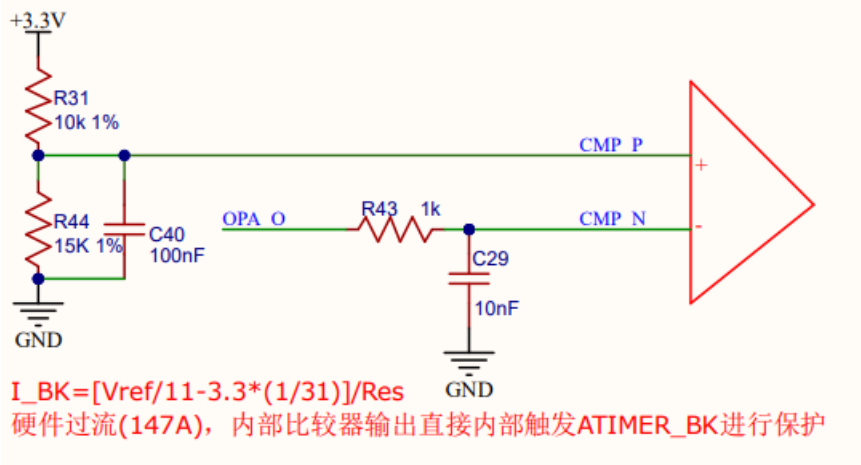
图 5-11：温度保护流程图

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

5.8.5 硬件过流保护

1. 软件配置比较器 COMP0，P、N 配置外部输入
2. 软件配置 ATIMER 的 BREAK SOURCE 为 COMP0，配置 BREAK 触发极性（低有效）
3. 软件配置 ATIMER BREAK 中断使能，用于故障码获取及报警。
4. R31、R44 分压值为比较电压，可计算相对应的保护电流值。



5.8.6 堵转保护

通过计算电机运行的转速，进行电机转速的上限判断

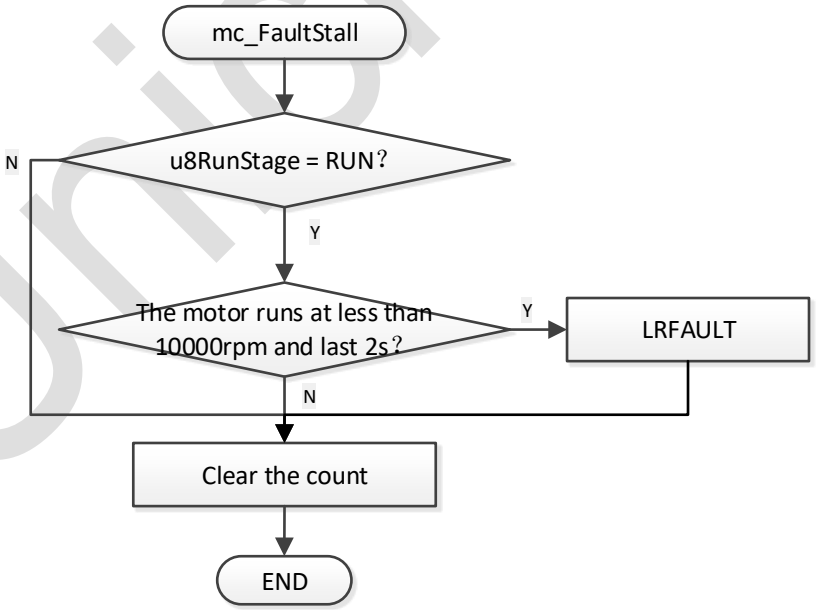


图 5-12：堵转保护流程图

5.8.7 超速保护

通过计算电机运行的转速，进行电机转速的下限判断

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

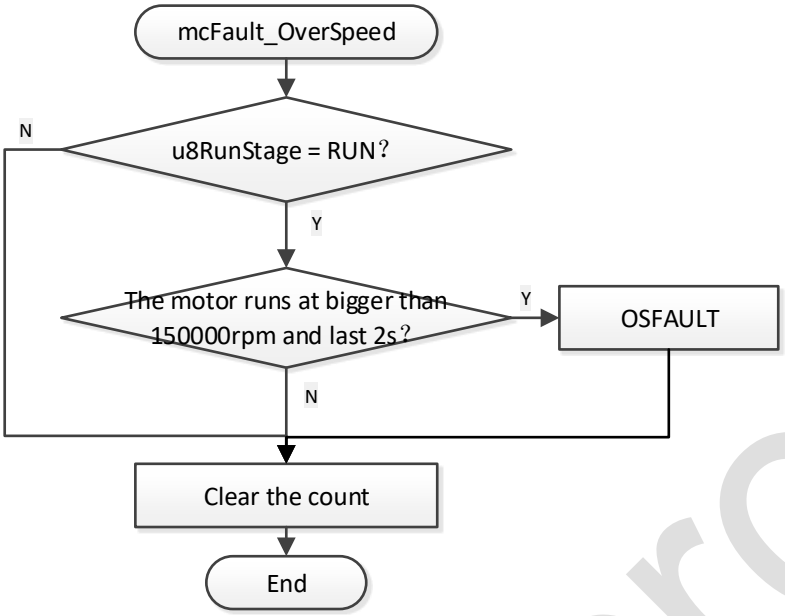


图 5-13：超速保护流程图

6 CLI 命令操作

CLI 可以为用户提供配置、管理以及维护等操作，是技术人员调试和维护设备的重要手段。使用超级终端、Tera Term 或 SecureCRT 通过 UART 接口登录系统并使用命令进行系统调试和维护管理。本章主要介绍命令行基本操作及各命令的用法。

CLI 系统默认的串口特性：

- 波特率为 115200
- 数据位：8
- 奇偶校验：无
- 停止位：1
- 流控：无

CLI 命令行默认密码为：**um123**

6.1 命令行特点

1. 方便获取帮助信息：
   - 在命令提示符下输入“？”，用户可以获得所有命令列表。
   - 在命令提示符下输入“？”加空格和关键字，用户可以获得与之匹配的命令帮助。
2. 获取系统信息能力：借助串口终端，启用调试等级后，可以方便的获取系统运行信息，便于监视设备运行情况以及故障定位。
3. 保障系统安全：若想拥有系统管理功能，需正确输入密码进入。

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

4. 历史命令可回溯性：用户通过使用向上<↑>、向下<↓>键可以获取输入过的上一条和下一条命令。

6.2 命令列表

表 6-1：命令列表

命令	命令介绍	功能
?	Command help	列出现在支持的命令
reset	Reset system	重启系统
ver	Version	查看版本信息
rr	Register read	读寄存器
rw	Register write	写寄存器
dm	Display Memory	显示内存
mc	Motor Control	电机调试命令
sys	System command	显示系统配置命令
cfg	System config	系统配置

6.3 通过命令行验证

6.3.1 环境搭建

如果操作电脑没有安装任何超级终端，建议安装 Tera Term，Tera Term 是一个开源的免费工具，可以通过 http://www.teraterm.net/ 下载。下载后，请安装中文版。

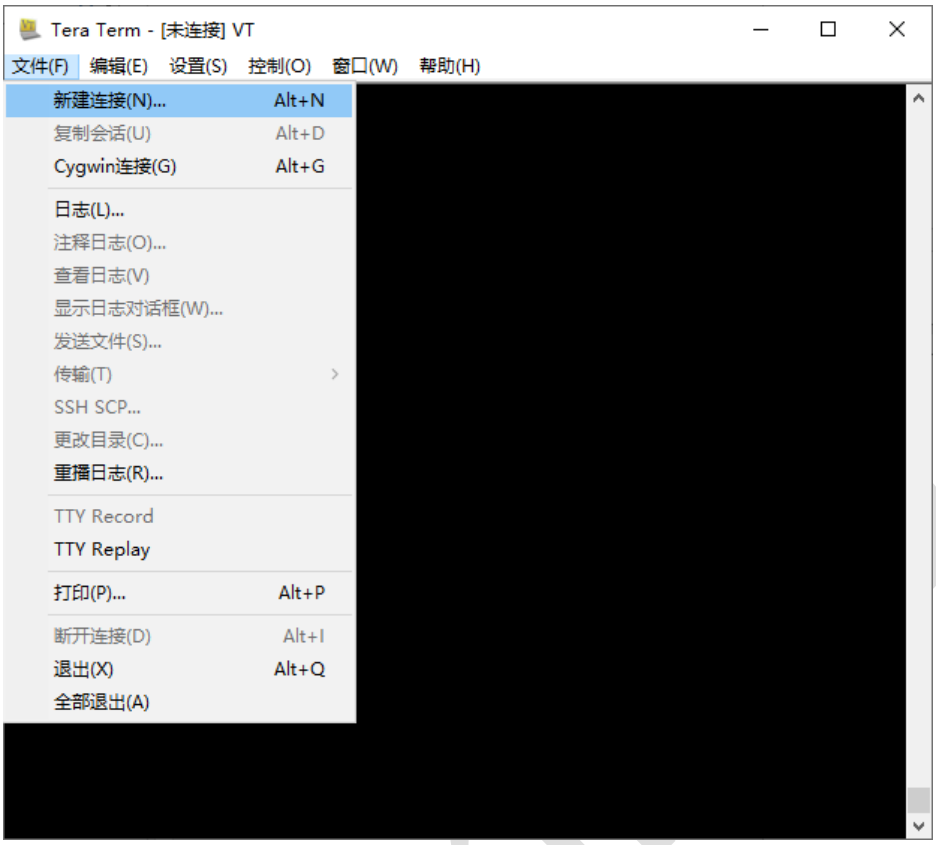
6.3.2 操作步骤

操作步骤如下：

1. 打开 Tera Term，点击“文件>新建连接”新建串口连接，如下图所示：

Unicmicro

 Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

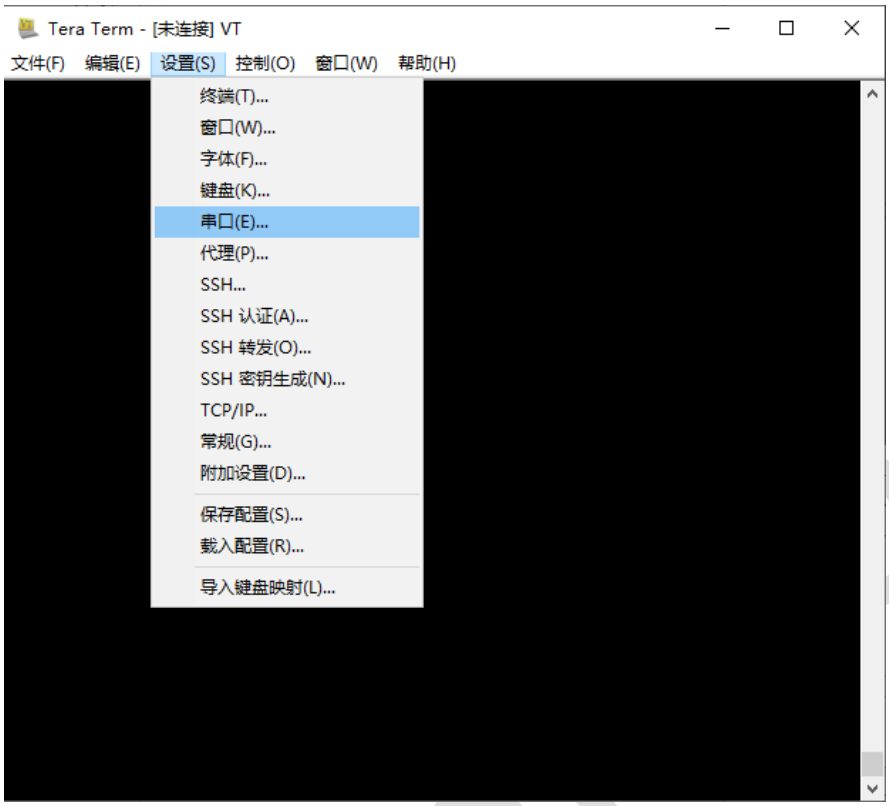


2. 选择串口，如下图所示：



3. 点击“确定”按钮，即可连接串口。
4. 如果波特率不是 115200，点击“设置>串口”调整，如下图所示：

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司





5. 点击“确定”按钮后，波特率就调整为 115200 了，如下图所示：

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司



6. 输入密码“um123”，敲回车键，即可进入 CLI，如下图所示：



Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

7 常见问题

7.1 如何配置硬件参数

motor_para.h 文件中，可配置板级采样参数。

motor_para.h

```
/*****************************************************************************
 * Copyright (c)  2017 - 2022, Unicmicro Co., Ltd.
 * All rights reserved.
 * Filename    : motor_para.h
 * Description : motor control parameter header file
 * Author(s)   : Wei Zhuang
 * version     : V1.0
 * Modify date : 2022-05-31
 *****************************************************************************/

#ifndef __MOTOR_PARA_H__
#define __MOTOR_PARA_H__

#include "motor_config.h"
#define Q2(VAL)              (uint32_t)((VAL)*4)
#define Q12(VAL)              (uint32_t)((VAL)*4096)
#define Q15(VAL)              (uint32_t)((VAL)*32767)
#define Q24(VAL)              (uint32_t)((VAL)*4096)

/*hardware parament config*/
/*****************************************************************************/
#define HW_PHASE_R            (0.005) /* 相电流采样电阻 (Ω) */
#define HW_IBUS_R             (0.005) /* 母线电流采样电阻 (Ω) */
#define HW_AMP_GAIN_PHASE     (11.0)   /* 相电流采样放大倍数 */
#define HW_AMP_GAIN_IBUS      (11.0)   /* 母线电流采样放大倍数 */
#define HW_OFFSET_PHASE       (1.171)  /* 相电流采样参考电压 (V) */
#define HW_OFFSET_IBUS        (1.171)  /* 母线电流采样参考电压 (V) */
#define HW_ADC_REF            (3.3)    /* ADC参考电压 (V) */
#define HW_UBUS_VOLT          (24)     /* 母线额定电压 (V) */
#define HW_UBUS_H_R           (47000)  /* 母线电压采样电阻 (Ω)*/
#define HW_UBUS_L_R           (5100)   /* 母线电压采样电阻 (Ω)*/

#define HW_TEM_R              (5100.0)   /* NTC电压分压电阻 */
```

另外 MCU 引脚或外设的配置在 bsp 层各个外设配置的.h 文件中，例如 CMP 的引脚配置在 bsp_cmp.h 的宏定义部分。

bsp_cmp.h

```
/*****************************************************************************
 * Copyright (c) 2017 - 2022, Unicmicro Co., Ltd.
 * All rights reserved.
 * Filename    : bsp_cmp.h
 * Description : Compare driver
 * Author(s)   : Wei Zhuang
 * version     : V1.0
 * Modify date : 2022-5-19
 *****************************************************************************/

#include "motor_sys_config.h"
#if (COMP_MODULE == 1)

#ifndef _BSP_CMP_H_
#define _BSP_CMP_H_

#define CMP_GPIO_U      GPIOD
#define CMP_PIN_U       GPIO_PIN_2

#define CMP_GPIO_V      GPIOD
#define CMP_PIN_V       GPIO_PIN_3

#define CMP_GPIO_W      GPIOD
#define CMP_PIN_W       GPIO_PIN_5

#define CMP_GPIO_N      GPIOD
#define CMP_PIN_N       GPIO_PIN_4


#define CMP_GPIO_HC_P   GPIOD
#define CMP_PIN_HC_P    GPIO_PIN_0

#define CMP_GPIO_HC_N   GPIOD
#define CMP_PIN_HC_N    GPIO_PIN_1
```


Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

7.2 如何让电机动起来

1. 按照问题 6.1 章节的流程确认板级及外设配置。
2. 确认电压值，配置启动电压（吸尘器系统通过判断启动电压来确认是否上电，上电即可运行）
3. 通过 CONTROL_MODE 选择 TEST_LOOP 确认 6 路发波输出正常。
4. 通过 CONTROL_MODE 选择 DUTY_LOOP 模式，根据不同电机的特性调整 IPD_ON_TIME / IPD_OFF_TIME 参数，确保可已获取初始位置。
5. 通过调整 FIRST_STEP_GAP_VALUE 与 FIRST_STEP_GAP_VALUE 与 MC_STARTUP_DUTY 及 ANGLE_SET_MASK 等参数。惯性大的电机 FIRST_STEP_GAP_VALUE 需要给大一点。

7.3 功率闭环时，功率波动大怎么处理

1. 固定占空比运行，调整电压，电流，功率计算的软件滤波系数。
2. 调整功率环路 PI 参数。
3. 调整占空比的调节周期 RUN_STEP_PERIOD。

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司

8 版本修订

版本	日期	描述
V1.0	2023.04.12	初始版
V1.1	2023.05.04	增加功能描述及流程图

Unicmicro

Copyright © 2023 广芯微电子（广州）股份有限公司