AC78xx MotorLib Development Guide

文档版本：2.3

发布日期： 2023-03-08

© 2013 - 2023 杰发科技

本文档包含杰发科技的专有信息。未经授权，严禁复制或披露本文档包含的任何信息。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。

修订信息

版本	日期	作者	修订说明
1.0	2019-04-01	ATC	初版
2.0	2021-05-06	ATC	优化文档结构，增加参考文档
2.1	2021-08-02	ATC	软件工程结构调整，适配新的文件路径
2.2	2022-02-22	ATC	增加异步电机相关功能，增加参考资料链接
2.3	2023-03-08	ATC	增加 AC7840x 系列说明

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

版权声明

本文档包含 AutoChips 公司的机密信息。禁止未经授权使用或披露本文档包含的信息。对因未经 AutoChips 公司授权而全部或部分披露此文档内容而给 AutoChips 公司带来的任何损失或损害，AutoChips 公司将追究责任。

AutoChips 公司保留对此处任何信息进行更改的权利，此处的信息如有变更，恕不另行通知。AutoChips 公司对使用或依赖此处包含的信息不承担任何责任。

本文档的所有信息均“按原样”提供，不提供任何形式的明示，暗示，法定或其他形式的保证。AutoChips 公司明确拒绝对适销性，非侵权性和针对特定用途的适用性方面的的所有暗示保证。AutoChips 公司对本文档可能使用、包含或提供的任何第三方软件不提供任何担保，并且用户同意仅向该等第三方寻求与此相关的任何担保索赔。AutoChips 公司对于根据用户规格或为符合特定标准或公开论坛而产生的任何交付物，也不承担任何责任。

文档目录

修订信息 2
版权声明 3
文档目录 4
插图目录 5
表格目录 6
1 简介 7
1.1 本文目的 7
1.2 软硬件环境 7
1.2.1 软件环境 7
1.2.2 硬件环境 7
1.3 功能 7
2 软件设计 9
2.1 MotorLib 架构 9
2.2 代码结构及文件描述 9
3 接口描述 12
3.1 MotorLib(API) 12
3.2 数据结构 13
4 MotorLib 说明 17
4.1 Foc_Lib 目录 17
4.2 Foc_Lib 适配性 17
5 缩略语 18
6 参考资源 19

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

插图目录

图 2-1 MotorLib 架构图 9

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

表格目录

表 2-1 MotorLib 代码结构及描述表 9
表 3-1 MotorLib 模块 API 接口表 12
表 3-2 MotorLib 中结构体 14
表 6-1 相关资源简介 19

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

1 简介

1.1 本文目的

本文主要目的是为了描述 AC78xx Demo 板的适配软件工程的开发库 MotorLib，介绍 MotorLib 的构成以及其功能，让用户了解基于该 MotorLib 库可以在 AC78xx Demo 板实现的开发应用。

说明：

本文档中，AC78xx 包含 AC7801x、AC781x 和 AC7840x 系列产品。

1.2 软硬件环境

1.2.1 软件环境

本文档中介绍的模块软件是基于 AC78xx 系列微处理器开发的电机控制开发库，该库提供电机控制算法相关的函数接口，用于支持 AC78xx 电机应用的快速开发，提供良好的电机控制性能。

1.2.2 硬件环境

本文档中讨论的模块可以在带有 AC78xx 的设备上运行。

搭配预驱动、逆变器电路、电流采样电路等外围电路，用于控制直流无刷电机或永磁同步电机等相关的电机控制应用领域。

注意：

因 CMSIS 安装包的差别，AC780x、AC781x 和 AC7840x 系列均有单独的 MotorLib 库，不可混用。

1.3 功能

电机控制开发库主要包含：

1. 数学计算（如三角函数 sin、atan 等）

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

2. 矢量变换（Park、Clark、Ipark）。
3. PID（比例（proportion）、积分（integral）、微分（differential））控制。
4. SVPWM (Space Vector Pulse Width Modulation) 空间矢量脉宽调制。
5. MTPA（Maximum Torque Per Ampere）每安培最大转矩。
6. HALL 传感器角度自学习（霍尔安装方式辨识及传感器位置校验）。
7. 滑模观测器无感算法。
8. PID 自整定（根据电机参数计算最佳 PID 参数）。
9. 脉冲注入法（识别电机初始位置）。
10. 高频注入算法（实现电机全速度范围内转速闭环）。
11. 快速刹车功能。
12. 磁链观测器无感算法。
13. 模型参考自适应无感算法。
14. 弱磁控制。
15. 电机参数辨识。
16. 单电阻电流采样（*）。
17. V/F 控制。
18. 节能控制算法。

说明：

（*）AC781x 系列 MCU 不支持。

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

2 软件设计

2.1 MotorLib 架构

MotorLib 库由 FOC 算法，霍尔自学习，SVPWM 调制，滑模观测器，系统适配等模块组成，其基本架构如图 2-1 所示。

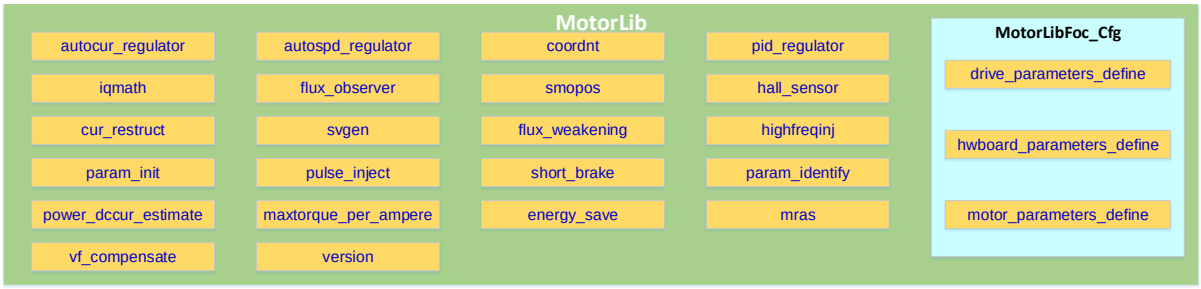

图 2-1 MotorLib 架构图

2.2 代码结构及文件描述

AC78xx_MotorLib 的代码结构及文件路径描述见表 2-1 所示。

表 2-1 MotorLib 代码结构及描述表

文件名	文件路径	文件描述
hwboard_parameters_define.h	Motor_App\Inc\Common_Cfg	Foc 硬件电路板参数定义头文件
motor_parameters_define.h	Motor_App\Inc\ Common _Cfg	Foc 电机参数定义头文件
drive_parameters_define.h	Motor_App\Inc\Foc_Cfg	Foc 电机算法控制参数定义头文件
autocur_regulator.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 电流调节器相关头文件
autospd_regulator.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 速度调节器相关头文件
coordnt.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 矢量变换相关头文件
cur_restruct.h（*AC781x 系列 MCU 不支持）	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 单电阻采样电流处理相关头文件

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

文件名	文件路径	文件描述
energy_save.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	节能控制算法相关头文件
flux_observer.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 磁链观测器相关头文件
flux_weakening.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 弱磁控制相关头文件
hall_sensor.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc Hall 信号处理相关头文件
highfreqinj.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	高频注入法相关头文件
iqmath.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	电机算法数学库函数头文件
maxtorque_per_ampere.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	MTPA 算法相关头文件
mras.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	模型参考自适应算法相关头文件
param_identify.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	电机参数辨识相关头文件
param_init.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 电机控制参数标幺相关头文件
pid_regulator.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc PID 控制相关头文件
power_dccur_estimate.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	功率及母线电流估算相关头文件
pulse_inject.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	无感 Foc 初始位置识别相关头文件
short_brake.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	快速刹车功能相关头文件
smopos.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	Foc 滑模观测器相关头文件

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

文件名	文件路径	文件描述
svgen.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	FOC SVPWM 相关头文件
version.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	电机 Foc 控制开发库版本相关头文件
vf_compensate.h	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\inc	vf 控制辅助功能相关头文件
foc_control.lib foc_control.a	Motor_App\Motor-Master\Foc\Foc_Lib\src	电机 Foc 控制开发库

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

3 接口描述

3.1 MotorLib(API)

MotorLib 模块中 API 接口如表 3-1 所示。

表 3-1 MotorLib 模块 API 接口表

API	说明
HallSensor_AdcCallBack	霍尔传感器电角度计算，运行周期与 ADC 中断一致
HallSensor_SelfLearn	霍尔传感器角度自学习
Acr_CurPICofCalc	电流环 PID 参数计算
Acr_SetCurD_PICof	手动设置 D 轴电流环 PID 参数
Acr_SetCurQ_PICof	手动设置 Q 轴电流环 PID 参数
Asr_SpeedPICofCalc	速度环 PID 参数计算
Asr_SetSpeed_PICof	手动设置速度环 PID 参数
Crd_Clark	Clark 变换
Crd_Park	Park 变换
Crd_IPark	IPark 变换
Acr_UdqDcpCalc	电压前馈补偿
TrqLoadEst_Calc	负载转矩估算
Svpwm_Gen	SVPWM 变换
GetThreePhaseVolt	三相电压计算
FluxObserver_PosEst	PMSM 磁链观测器角度估算
Hfi_AngleObtain	PMSM 高频注入角度估算
STC_motorParamPuCalc	电机参数标幺转换计算

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

API	说明
PID_SeriesRegulator	串联 PID 控制器
PID_ParallelRegulator	并联 PID 控制器
PID_PositionalRegulator	位置 PID 控制器
PID_IncrementalRegulator	增量式 PID 控制器
PulseInject_SelfLearn	初始位置识别（脉冲方波注入）
InitPosDetec_1msTask	初始位置识别（高频弦波注入）
ShortBrake_RunCaseBrake	电子刹车
ParamIdentify	电机参数识别
EnergySave	节能控制算法
Mras_PosEst	模型参考自适应位置估算算法
Math_Div	标幺值除法
Math_DivShift	带移位的标幺值除法
Math_Sqrt	平方根计算
Math_Sin	正弦值计算
Math_Cos	余弦值计算
Math_Q16Atan	Q16 格式标幺值反正切计算
Math_Q15Mag	Q15 格式直角坐标系幅值计算

说明：

具体函数介绍请参考 AC78xx 电机工程介绍文档《AC78xx Motor Driver》。

3.2 数据结构

MotorLib 中包含的的结构体如表 3-2 所示：

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

表 3-2 MotorLib 中结构体

数据结构	说明
PID_REGULATOR_IN	PID 输入结构体
PID_REGULATOR_COF	PID 系数结构体
PID_REGULATOR_OUT	PID 输出结构体
PID_REGULATOR	PID 调节器结构体，集成 PID 输入、调节参数、输出结构体
FLUX_OBSERVER_CTRL	无感 FOC 控制磁链观测器控制参数结构体
FLUX_OBSERVER_CFG	无感 FOC 控制磁链观测器配置参数结构体
FLUX_OBSERVER	无感 FOC 控制磁链观测器结构体，集成配置与控制结构体
SMC_CFG	无感 FOC 控制滑模观测器配置参数结构体
SMC_ESTIMATOR	无感 FOC 控制滑模观测器参数结构体
THETA_COMPENSATOR	无感 FOC 控制滑模观测器估算角度补偿结构体
SM_OBSERVER	无感 FOC 控制磁链观测器结构体，集成配置、控制与补偿结构体
HALL_LEARN_DATA	霍尔传感器自学习参数结构体
HALL_SENSOR_CFG	霍尔传感器配置参数结构体
HALL_SENSOR_DATA	霍尔传感器转子位置计算参数结构体
HALL_SENSOR	霍尔传感器 FOC 控制参数结构体
PWM_GEN_OUT	SVPWM 输出参数结构体
CUR_RESTRUCT_DATA	单电阻电流采样相电流重构参数结构体
CUR_RESTRUCT_CFG	单电阻电流采样相电流重构配置结构体
PWM_SHIFT_DATA	单电阻电流采样 PWM 移相参数结构体
SHORT_BRAKE_CFG	短路刹车配置参数结构体
SHORT_BRAKE_DATA	短路刹车参数结构体

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

数据结构	说明
SHORT_BRAKE	短路刹车结构体，集成短路刹车配置与控制参数结构体
ELECBRAKE_CFG	电子刹车配置参数结构体
ELEC_BRAKE_DATA	电子刹车参数结构体
ELEC_BRAKE	电子刹车结构体，集成电子刹车配置与控制参数结构体
ENERGY_SAVE_CFG	节能控制配置参数结构体
ENERGY_SAVE	节能控制参数结构体
FLUXWEAK_CFG	弱磁配置参数结构体
FLUXWEAK_PARAM	弱磁参数结构体
PULSE_INJ_CFG	脉冲注入配置参数结构体
PULSE_INJECT_DATA	脉冲注入参数结构体
INITPOS_DETEC_PARAM	初始位置检测参数结构体
INITPOS_DETEC_CFG	初始位置检测配置参数结构体
INITPOS_DETEC_ STRUCT	初始位置检测结构体
MRAS_OBSERVER_CFG	模型参考自适应观测器配置参数结构体
MRAS_OBSERVER	模型参考自适应观测器控制参数结构体
MRAS	模型参考自适应观测器结构体，集成配置与控制参数结构体
HFI_CFG	PMSM 高频注入配置参数结构体
HFI_CTRL	PMSM 高频注入控制参数结构体
PARAM_IDENTIFY_MAIN_CTRL	参数辨识控制结构体
PARAM_RS_IDENTIFY_DATA	定子电阻辨识参数结构体
PARAM_LDQ_IDENTIFY_DATA	PMSM 电感辨识参数结构体
PARAM_FLUX_IDENTIFY_DATA	PMSM 磁链辨识参数结构体

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

数据结构	说明
ACIM_PARAM_IDENTIFY	异步电机参数辨识结构体
PARAM_IDENTIFY_STRUCT	参数辨识集成结构体

说明：

具体函数介绍请参考 AC78xx 电机工程介绍文档《AC78xx Motor Driver》。

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

4 MotorLib 说明

4.1 Foc_Lib 目录

ATC 电机控制算法 Lib 以库形式提供，其中 Foc_Lib 文件夹包括以下两个目录：

1、src 目录

包含文件：foc_control.lib，foc_control.a。其中 foc_control.lib 是用于 MDK keil 工程的库文件，foc_control.a 是用于 IAR EWARM 工程的库文件。

用于 FOC 算法实现、无传感控制算法(滑模观测器、磁链观测器和高频注入)、霍尔初始位置识别、快速刹车等，用户层应用功能与 Lib 库之间传递参数的介质。

2、inc 目录

包含文件：foc_control 相关头文件。

用于提供 FOC 算法实现、无传感控制算法、霍尔初始位置识别、快速刹车等函数接口。

4.2 Foc_Lib 适配性

Foc_Cfg 文件夹中，有三个文件需要根据系统（电机、电路板、驱动控制参数）的实际情况进行修改适配，设置与电机控制系统匹配的宏参数。

a. motor_parameters_define.h 文件中，定义电机的各个参数。

b. hwboard_parameters_define.h 文件中，定义硬件电路板的各个参数。

c. drive_parameters_define.h 文件中，定义算法驱动相关的各个参数。

以上各适配参数宏详细定义，以及用户在调试过程中有可能需要进行修改的宏定义参数，用户可参考文档《ATC_AC78xx_Motor_Debug_Guide_CH》。

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

5 缩略语

PID	Proportion Integral Differential	比例积分微分控制器
SVPWM	Space Vector Pulse Width Modulation	空间矢量脉宽调制
MTPA	Maximum Torque Per Ampere	最大转矩电流比控制
PWDT	Pulse Width Detect Timer	脉冲宽度检测定时器
SMO	Slide Mode Observer	滑模观测器
FOC	Field Oriented Control	磁场定向控制
MRAS	Model Reference Adaptive System	模型参考自适应系统

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司

6 参考资源

可参考的资源有：

表 6-1 相关资源简介

资源类型	资源名	资源简介
文档	ATC_AC78xx_MotorApp_Development_Guide_CH	AC78xx 电机应用例程相关介绍文档
文档	ATC_AC78xx_Motor_Debug_Guide_CH	AC78xx 电机调试说明文档
文档	AC78xx Motor Driver_v1.1	AC78xx 系列电机 App 代码说明文档

© 2013 - 2023 杰发科技有限公司