



面向工业领域和 物联网应用的 电机控制

高效、可靠、安全。



工厂和楼宇自动化应用中的复杂系统与流程需要高效、可靠且安全的电机控制解决方案。这些系统必须在严苛环境中保持高精度和高可靠性。

凭借在电机控制领域数十年的不断创新，恩智浦提供全面且经济高效的电机控制方案，包括芯片产品、开发调试工具、软件范例以及对常见电机类型的专业支持。我们的现代化电机控制解决方案旨在提高运行安全性与效率。

有关恩智浦电机控制解决方案的更多信息，
请访问nxp.com/motorcontrol。

目录

电机控制解决方案 - 不仅仅是芯片	04
- 电机控制解决方案	05
- 推荐产品 (另请参见第26页开始的完整产品表)	06
- 电机控制硬件支持	07
- 电机控制软件和工具支持	08
无刷直流(BLDC)电机	09
- BLDC解决方案	11
- BLDC参考设计支持	12
永磁同步电机(PMSM)	14
- PMSM解决方案	15
- PMSM参考设计支持	16
交流感应电机(ACIM)	18
- ACIM解决方案	20
- ACIM参考设计支持	21
主要参考平台	22
- 四电机控制(QMC)开发平台	22
- i.MX RT工业驱动开发平台	23
- 压缩机平台	25
产品指南	26
其他电机控制开发选项 (BLDC或PMSM)	27
如何开始	29



电机控制解决方案 不仅仅是芯片

恩智浦电机控制解决方案不仅仅包括经过优化的边缘处理硬件。在提供功能安全与信息安全的基础之上，由软件、开发工具、技术支持服务和培训构成的**广泛生态系统**，让您的工作更轻松，使最终产品更有价值。

恩智浦电机控制解决方案

MCU、MPU和DSC

软件和驱动程序

开发工具

参考设计

演示

应用笔记

专业知识分享

技术支持

在线培训

网站微信

电机控制解决方案

满足各种电机控制应用要求

恩智浦提供全面的电机控制解决方案，使系统能够满足广泛的应用要求，包括：



最大限度地降低损耗



提高系统性价比



提高效率、灵活性和稳健性



减小系统尺寸和重量，
从而加快产品上市



提高安全性和可靠性



提供预配置软件库，
支持实时操作



降低噪音和电源谐波

电机控制产品组合亮点

恩智浦的产品组合使系统设计能够满足严苛的要求，实现功能安全并且符合标准，同时缩短上市时间，具备以下特性：



实时 –
低延迟



计算性能 –
高速，数字信号处理



时序控制 –
同步和触发系统



功能安全 –
ISO 26262、IEC 61508、
IEC 60730/IEC 60335



可靠性 –
EMC/ESD



安全性 –
代码安全/IP保护



长期供应 –
10年/15年保证



可扩展性 –
从入门到高端全覆盖

推荐产品

恩智浦广泛的电机控制专业知识搭配Arm® Cortex®-M0+、M4和M7内核以及DSC和Power Architecture®内核，为工业应用提供安全、互联、高效的电机控制和功率转换应用方案。我们功能丰富的各种高性能MCU系列提供从20 MHz入门级MCU到1 GHz高性能跨界MCU多种选择，可最大限度地实现硬件和软件的复用性，节约开发资源。

LPC、KE和KV基于内嵌闪存的微控制器	恩智浦内嵌闪存的MCU产品系列具有高速ADC、灵活且支持高分辨率的PWM和5V兼容供电电源（针对KE系列），旨在支持伺服电机、电机编码器、无人机、家电、工业逆变器等工业应用。
i.MX RT跨界微控制器	高性能、高集成度且稳健耐用的i.MX RT跨界MCU集成了多通道定时器、HMI和连接性，为机器人、多轴伺服控制器、家电、无人机和工业逆变器等应用提供电机控制功能。
数字信号控制器： 56F8000	数字信号控制器系列基于恩智浦的DSC内核构建，将模拟集成性能和高分辨率PWM以及工业电机控制和数字电源应用所需的可靠性相结合。
通用微控制器：S32K3、S32K1、KEA	基于Arm Cortex M0+、M4F与M7内核的可扩展通用MCU系列。安全模块与锁步、ECC和存储器保护等功能安全特性以及较宽的温度范围相结合，使得该系列适合安全关键应用，并且能够满足汽车和工业应用的高可靠性需求。
Power Architecture 微控制器：MPC5xxx (MPC57xx)	MPC5系列为PowerPC e200 z0/z4/z7多核架构提供可扩展性能，并提供基于行业标准eTPU的定时器系统。MCU支持代码扩展、安全模块、广泛的外设组合，以及具有最高级别功能安全与性能要求的目标应用。
集成的电机驱动器和栅极驱动器	恩智浦提供集成的电机驱动器和栅极驱动器，包括中压单片H桥驱动器IC(HBT2)、BLDC和H桥栅极驱动器(GD3000)，以及适合便携式设备的可配置低边开关和低压驱动器。这些驱动器提供通信选项、多个输出和功能安全。 GD3100隔离式栅极驱动器系列集成了加强隔离、SiC模块驱动能力、功能安全和诊断功能，支持瞬时系统监测与预测分析。
系统基础芯片(SBC)和电源管理集成电路(PMIC)	系统基础芯片和低压PMIC可在电机控制中实现重要功能，如提供可靠的电源、功能安全、高集成度和可配置性。凭借高达60V的输入电压容限与集成的看门狗、电压监测、安全状态机、冗余和片上隔离，这些产品消除了对冗余MCU和电压轨的需求，从而简化系统架构并降低成本。

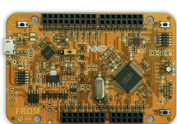
电机控制硬件支持

硬件开发套件可实现电机控制应用的快速原型设计。

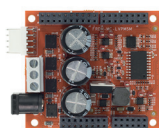
恩智浦电机控制开发板旨在为使用恩智浦MCU的各种电机控制应用提供快速评估和原型搭建。

低压平台选项

支持BLDC和PMSM设计



+



或



MCU板

- FRDM-KVxx
- FRDM-KExx
- 56F8xxx-EVK
- i.MX RT10xx-EVK
- LPC55S36-EVK

FRDM-MC-LVPMSM

- 48V, 5Amp, 190W
- 无传感器

FRDM-MC-LVBLDC

- 12V, 5Amps, 60W
- 无传感器



- 中低电压
- 低成本
- Arduino接口

高压平台选项

支持BLDC、PMSM和ACIM设计



+

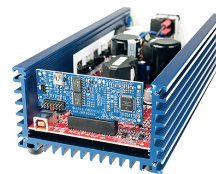


HVP MCU子卡

- HVP-KVxx
- HVP-KExx
- HVP-56F8xxxx

HVP-MC3PH

- 输入: 85-240V AC
- 输出: 8A, 1KW/800W
- 集成电机控制功率电路
- 集成PFC电路



- 高压
- 额外支持ACIM

电机控制软件和工具支持

行业领先的恩智浦电机控制软件生态系统可简化开发工作



恩智浦嵌入式软件库

包含从基本数学运算到高级电机控制算法等数千个算法，可轻松实现复杂的实时控制应用，并集成到电机控制参考设计中。

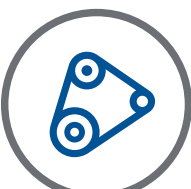
nxp.com/RTCESL和nxp.com/AMMCLib



FreeMASTER在线调试工具

FreeMASTER是一款简单易用的实时调试监测和数据可视化工具，可实现嵌入式软件应用的运行时配置与调整，适合广泛的工业应用。

nxp.com/freeMASTER



电机控制应用调校(MCAT)工具

该FreeMASTER图形插件工具用于PMSM FOC和BLDC电机控制应用开发、实时控制结构参数调整，甚至在不了解PI控制器参数整定的情况下，用户可以使用恩智浦解决方案来轻松适配电机应用。

nxp.com/MCAT



基于模型的设计工具箱

嵌于MATLAB和Simulink®环境的免费集成开发环境和工具链，用于自动配置和生成必要的软件（包括初始化例程和设备驱动程序），以支持基于恩智浦微控制器的实际目标的快速原型设计、验证和确认。

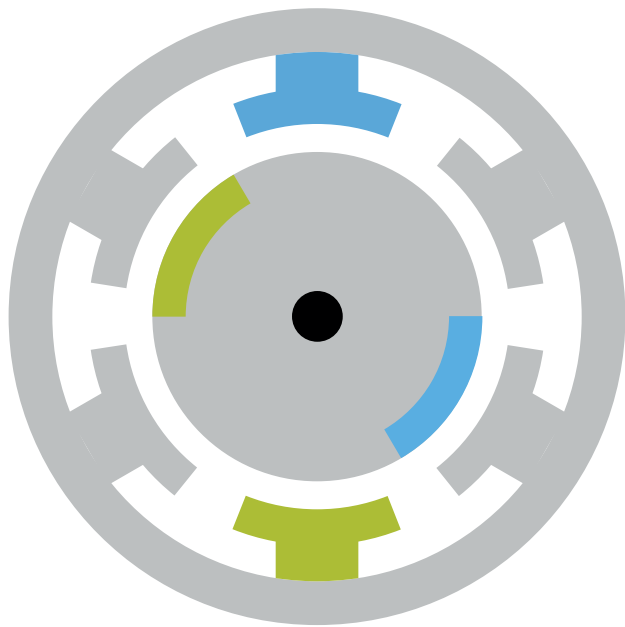
nxp.com/MBDT



功能安全

许多恩智浦产品旨在简化系统级功能安全设计。

nxp.com/functional-safety



无刷直流(BLDC)电机

BLDC电机通常由带有三相绕组的定子和带有表面贴装永磁体的转子组成。

顾名思义，BLDC电机没有使用碳刷的机械换向器，因而比直流电机更可靠。使用数字控制和电力电子设备给适当的绕组通电，取代了机械换向器功能。BLDC电机常用于泵、风扇和其他需要高可靠性和高效率的工业设备。

在BLDC电机控制中，根据转子位置来控制所需相绕组对的供电电压。如果使用传感器来检测转子位置，则必须将传感器感应到的信息传输到控制单元。因此需要对电机进行额外连接，这在某些应用中是无法接受的。此外，位置传感器和布线带来的额外成本也会令人难以接受。物理连接问题可以通过将驱动器集成到电机主体中来解决，但是，由于大量应用的低成本特性，也确实需要无传感器控制解决方案。

大多数BLDC无传感器技术基于电机旋转时从定子绕组的反电动势信息中提取转子位置信息。这种技术只有在达到5%的额定转速以上时才可以使用，因为此时可以正确测得反电动势信号。反电动势是在电机的未通电相中进行检测，因此BLDC电机反电动势无传感器技术无需复杂的控制算法即可实现。

应用示例



电动工具



无人机和
探测器



压缩机



吸尘器



打印机



白色家电



玩具



风扇



道闸

优势

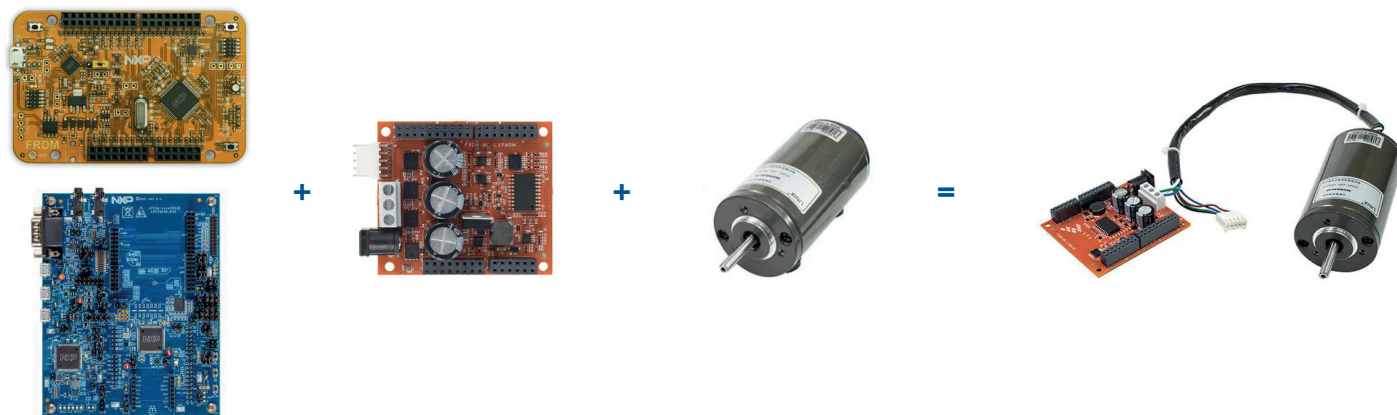
- + 定子中产生的热量易于散除
- + 高扭矩/体积比
- + 没有碳刷和机械换向器，因此可靠性高
- + 高能效
- + 出色的高速性能
- + 可进行精确的速度监测和调节

权衡因素

- 换向时需要检测转子位置
- 扭矩波动
- 电机运行需要位置传感器或无传感器技术
- 基于无位置传感器控制技术在可变负载条件下电机启动困难



BLDC解决方案



FRDM-KV11Z	FRDM-MC-LVBLDC	FRDM-MC-LVMTR	其它MCU板卡选项
<ul style="list-style-type: none"> • 低成本 • 电机控制辅助接口 • 兼容Arduino Rev3引脚布局 • OpenSDA调试接口 • 集成加速度计和磁力计的六轴传感器 (FXOS8700CQ) • 热敏电阻传感器 • 三色LED • 按钮开关 	<ul style="list-style-type: none"> • 三相桥式逆变器 • 具有过流和欠压保护功能的三相MOSFET栅极驱动器 • 直流电源输入: 10-15VDC • 输出电流高达5A RMS • 电机速度/位置传感器接口 (编码器, 霍尔) • 与Arduino® Rev3引脚布局兼容的Freedom电机控制接口 	<ul style="list-style-type: none"> • Linix 45ZWN24-40电机 • 额定电压: 24V • 额定电流: 2.3A • 额定扭矩: 990 g.cm • 额定速度: 4000r/min 	<ul style="list-style-type: none"> MIMXRT1010-EVK MIMXRT1020-EVK MIMXRT1024-EVK MIMXRT1050-EVKB MIMXRT1060-EVK MIMXRT1064-EVK MIMXRT1160-EVK MIMXRT1170-EVK FRDM-KV11Z FRDM-KV31F FRDM-KE15Z FRDM-KE16Z MC56F81000-EVK MC56F83000-EVK LPC5536/S36-EVK

BLDC参考设计支持

应用笔记	开发工具	恩智浦四电机控制开发平台硬件概述(AN12659)
设计参考手册	通用	三相BLDC电机的无传感器控制应用(DRM144)
应用笔记	通用	FlexTimer与ADC触发同步设计(AN3731)
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis使用MQX的带霍尔传感器的BLDC电机控制(AN4376)
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis KV和KE的无传感器BLDC控制(AN5263)
参考设计	KINETIS	KV系列四电机控制参考设计
应用笔记	KINETIS	在四旋翼无人机应用中使用MKV4x的三相BLDC电机无传感器控制(AN5169)
应用笔记	KINETIS	使用MKV10x的三相BLDC电机无传感器控制(AN4862)
应用笔记	KINETIS	使用MKV10x的三相BLDC电机无传感器控制应用的调校(AN4870)
应用笔记	KINETIS	基于FRDM-KE02Z带霍尔传感器的BLDC电机控制(AN4776)
应用笔记	LPC	使用LPC84x的SCT控制带霍尔传感器的BLDC电机(AN12602)
应用笔记	DSC	采用DSC驱动带霍尔传感器的BLDC电机控制(AN4413)
应用笔记	DSC	基于MC56F82xxx的BLDC压缩机无传感器控制(AN5387)
视频	通用	BLDC电机理论
视频	通用	电机控制系统实现
视频	通用	无人机和UAV（无人驾驶飞行器）市场中的恩智浦产品方案
应用笔记	LPC	关于LPC55S3x的BLDC电机控制演示

视频 KINETIS **利用Kinetis V系列MCU轻松实现无传感器BLDC电机控制**

视频 KINETIS **Kinetis MCU BLDC电机控制**

视频 KINETIS **采用Kinetis® KV5x的四旋翼无人机演示**

视频 KINETIS **Kinetis® KV1和电机控制Tower®模块入门**

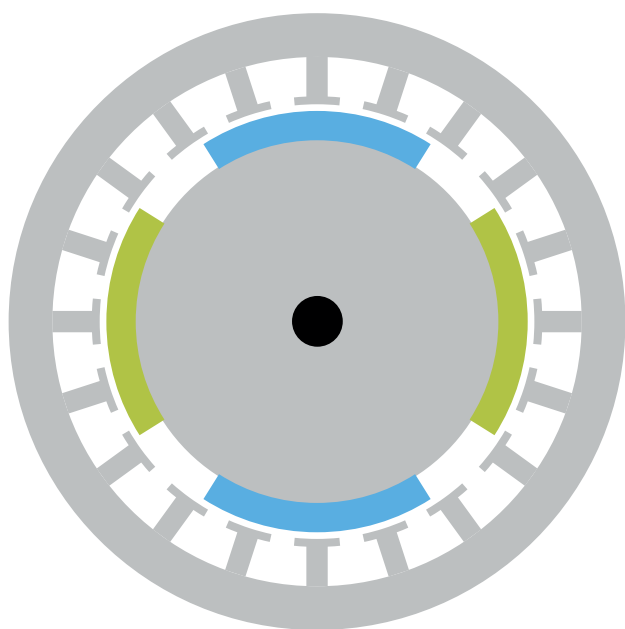
视频 KINETIS **利用Kinetis V系列MCU轻松实现电机控制**

视频 KINETIS **使用Kinetis通过Wi-Fi进行多电机控制**

视频 KINETIS **面向大众应用的电机控制**

视频 KINETIS **利用Arm® Cortex®-M7内核实现电机控制**





永磁同步电机(PMSM)

与BLDC电机类似，**PMSM**也由带有三相绕组的定子和带有表贴或内嵌永磁体的转子组成。

PMSM提供与电源频率同步的固定旋转速度。因此，PMSM是高精度速度控制电机的理想选择。该电机具有高功率密度、高效率和快速响应速度，适合工业领域中的高性能要求应用。此外，它还具有高过载能力。PMSM基本免维护，可确保高效运行。

高功率因数运行的同步电机，可改善整个系统的功率因数，从而消除或减少电网侧由于负载功率因数带来的损耗。同时，高功率因数还可以降低系统端和电机端的压降。

应用示例



电动工具



白色家电



伺服电机
驱动器



泵



机器人



电动汽车



电动自行车/
电动踏板车



家用电器



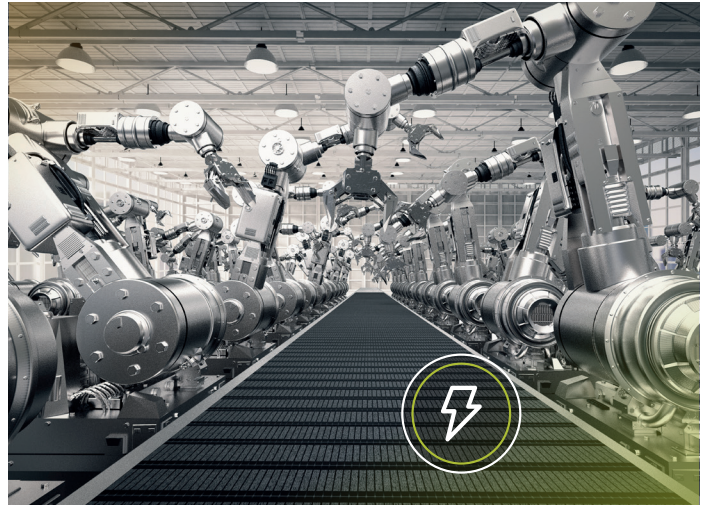
压缩机

优势

- + 定子中产生的热量易于散除
- + 高扭矩/体积比
- + 没有碳刷和机械换向器，因此可靠性高
- + 高能效
- + 同步运行便于磁场定向控制
- + 出色的高速性能
- + 可进行精确的速度监测和调节
- + 扭矩平稳

权衡因素

- 需要检测转子位置
- 电机运行需要位置传感器或无传感器技术
- 使用无传感器技术电机启动困难



PMSM解决方案



MIMXRT1060-EVK	FRDM-MC-LVPM5M	FRDM-MC-LVMTR	其它MCU板卡选项
<ul style="list-style-type: none"> 电机控制辅助接口 Arduino接口 板载DAP-link调试器 集成加速度计和磁力计的六轴传感器 (FXOS8700CQ) LCD和摄像头传感器接口 音频编解码器 麦克风 USB、以太网和CAN接口 	<ul style="list-style-type: none"> 三相桥式逆变器 具有过流和欠压保护功能的三相MOSFET栅极驱动器 直流电源输入：24-48VDC 输出电流高达5A RMS 模拟感应（直流母线电压、直流母线电流、三相反电动势电压） 电机速度/位置传感器接口（编码器，霍尔） 与Arduino® Rev3引脚布局兼容的Freedom电机控制接口 	<ul style="list-style-type: none"> Linux 45ZWN24-40电机 额定电压：24V 额定电流：2.3A 额定扭矩：990 g.cm 额定速度：4000r/min 	<p>MIMXRT1010-EVK</p> <p>MIMXRT1020-EVK</p> <p>MIMXRT1024-EVK</p> <p>MIMXRT1050-EVKB</p> <p>MIMXRT1060-EVK</p> <p>MIMXRT1064-EVK</p> <p>MIMXRT1160-EVK</p> <p>MIMXRT1170-EVK</p> <p>FRDM-KV11Z</p> <p>FRDM-KV31F</p> <p>FRDM-KE15Z</p> <p>FRDM-KE16Z</p> <p>MC56F81000-EVK</p> <p>MC56F83000-EVK</p> <p>LPC5536/S36-EVK</p>

PMSM参考设计支持

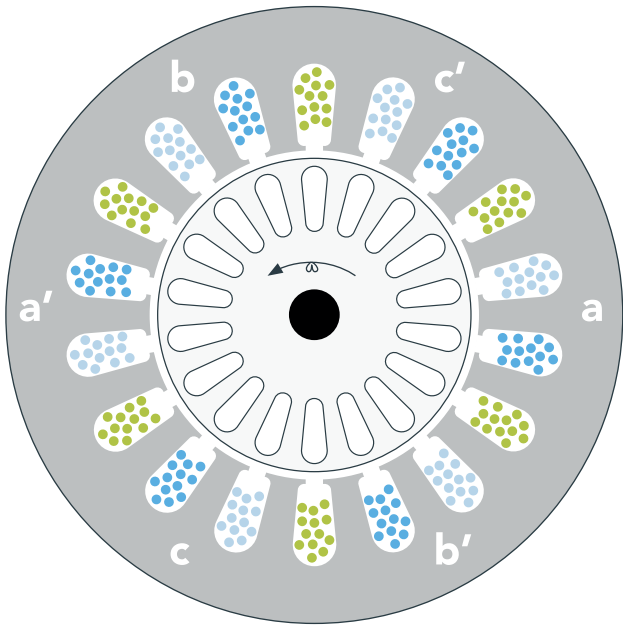
应用笔记	开发工具	三相PMSM的电机控制应用调校(MCAT)工具(AN4642)
应用笔记	开发工具	使用MCAT工具调校三相PMSM无传感器控制应用(AN4912)
应用笔记	开发工具	恩智浦四电机控制开发平台硬件概述(AN12659)
应用笔记	通用	PMSM电气参数测量(AN4680)
应用笔记	通用	PMSM参数自动识别(AN4986)
应用笔记	通用	达到B级功能安全等级的PMSM无传感器驱动控制(AN5321)
设计参考手册	通用	三相BLDC电机的无传感器控制应用(DRM148)
应用笔记	通用	FlexTimer与ADC触发同步设计(AN3731)
应用笔记	通用	在ACIM/PMSM电机控制应用中使用FlexTimer (AN3729)
用户指南	i.MX RT	基于MIMXRT10xx EVK的PMSM磁场定向控制(PMSMFOCRT10xxUG)
应用笔记	i.MX RT	基于MIMXRT10xx EVK的PMSM磁场定向控制(AN12214)
应用笔记	i.MX RT	基于i.MX RT的双伺服电机磁场定向控制(AN12200)
应用笔记	i.MX RT	基于MIMXRT1010带LCD显示和控制的PMSM磁场定向控制(AN12591)
应用笔记	i.MX RT	基于MIMXRT1050 EVK的PMSM磁场定向控制(AN12169)
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis KV和KE的PMSM无传感器磁场定向控制(AN5237)
应用笔记	KINETIS	基于FRDMKV31F带霍尔和编码器传感器的PMSM磁场定向控制(AN12374)
应用笔记	KINETIS	基于KE02的低成本PMSM无传感器磁场定向控制
应用笔记	KINETIS	使用Kinetis KV10实现PMSM风机的无传感器磁场定向控制 (AN4935)
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis KV31使用FreeRTOS和eGUI的PMSM无传感器磁场定向控制 (AN5309)
设计参考手册	DSC	基于MC56F84789 DSC单芯片同时控制一个单相PFC和两个无位置传感器的三相永磁同步电机的空调系统(DRM152)
设计参考手册	DSC	基于MC56F84789 DSC单芯片同时控制两个增量式编码器的三相永磁同步电机的伺服驱动(DRM155)

应用笔记	KINETIS	使用Kinetis SDK基于MKV46F256的PMSM无传感器控制(AN5004)	
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis的FlexTimer与ADC触发同步设计的磁场定向控制(AN4410)	
应用笔记	DSC	使用MC56F82748和MC56F84789实现的带电机参数自动识别的三相PMSM无传感器磁场定向控制(AN5014)	
应用笔记	DSC	基于MC56F82xxx的BLDC压缩机无传感器控制(AN5387)	
应用笔记	DSC	使用单片MC56F83783控制一个PMSM无传感器FOC和两通道交错并联的Boost PFC变换器(AN13184)	
应用笔记	LPC	基于LPC55S36的双伺服电机演示	
视频	通用	电机控制系统实现	
视频	通用	无人机和UAV (无人驾驶飞行器) 市场中的恩智浦产品方案	
视频	KINETIS	Kinetis® KV1和电机控制Tower®模块入门	
视频	KINETIS	Kinetis® V系列产品和电机控制Tower®模块使用入门	
视频	KINETIS	利用Kinetis V系列MCU轻松实现电机控制	
视频	KINETIS	使用Kinetis通过Wi-Fi进行多电机控制	
视频	KINETIS	面向大众应用的电机控制	
视频	KINETIS	利用Arm® Cortex®-M7内核实现电机控制	
视频	i.MX RT	使用i.MX RT跨界MCU实现四电机控制	
视频	i.MX RT	基于i.MX RT1010的电机控制功能演示 (中文)	
视频	i.MX RT	恩智浦i.MX处理器双伺服控制应用 (中文)	
视频	DSC	恩智浦DSC MC56F82748微控制器在PMASR洗衣机控制中的应用 (中文)	

交流感应电机(ACIM)

ACIM是工业和消费电子应用中的常见电机类型。

这是由于包括无需机械换向器和碳刷带来的高可靠性、高负载下的高效率以及能够直接使用电网驱动等多种因素而决定的。ACIM由典型的带有三相绕组的定子和通常通过两个端环将一些导条短接在一起的“鼠笼型”转子组成。ACIM的工作原理与变压器非常相似。由定子绕组在转子电路中感应产生转子电流。该感生电流产生转子磁通，并与定子磁场相互作用，产生扭矩。





应用示例



电动工具



白色家电



泵



工业变频器



工程机械



家用电器

优势

- + 单位功率成本低（无永磁体）
- + 接通交流电即可运行（可直接连接到交流电网）
- + 低维护（无碳刷）和坚固耐用的结构
- + 提供多种额定功率
- + 利用测速发电机可以实现低成本速度控制
- + 控制简单

权衡因素

- 轻载时效率较低
- 转子的温度变化使无传感器控制变得更为复杂
- 转速控制需要调节定子频率
- 位置控制困难（需要磁场定向）

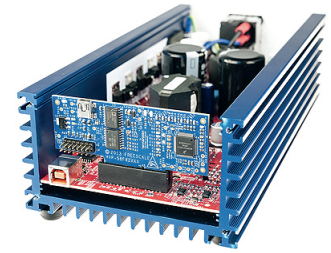
ACIM解决方案



+



=



HVP-KV46F150M	HVP-MC3PH	其它MCU板卡选项
<ul style="list-style-type: none"> • 高达5 kV SWD/JTAG和SCI隔离 • 车载隔离电源, 支持安全调试 • OpenSDA调试接口 • 大容量存储设备flash编程接口 (默认) • P&E多链路调试接口 • SEGGER J-Link-Lite • 可通过mini USB或主板供电 	<ul style="list-style-type: none"> • 输入电压85-240 V AC, 110-390 VDC • 输出功率1 kW (不带PFC) , 0.8 kW (带PFC) • 输出电流峰值8 A • 模拟感应 (输入电压、DCB电压、DCB电流、相电流、反电动势电压、PFC电流、IGBT模块温度监测) • 电机速度/位置传感器接口 (编码器、霍尔、测速发电机) • 带直流制动电阻接口的过压比较器 • 浪涌电流电路 • 硬件过电流故障保护 	<p>HVP-KV10Z32</p> <p>HVP-KV11Z75M</p> <p>HVP-KV31F120M</p> <p>HVP-KV46F150M</p> <p>HVP-KV58F</p> <p>HVP-KE18F</p> <p>HVP-56F81768</p> <p>HVP-56F82748</p> <p>HVP-56F83783</p>

ACIM参考设计支持

设计参考手册	通用	无传感器ACIM磁场定向控制(DRM150)
应用笔记	通用	FlexTimer与ADC触发同步设计(AN3731)
应用笔记	通用	在ACIM/PMSM电机控制应用中使用FlexTimer (AN3729)
应用笔记	KINETIS	基于Kinetis的FlexTimer与ADC触发同步设计的磁场定向控制(AN4410)
应用笔记	DSC	使用MC56F82748实现无传感器ACIM电机控制(AN5210)
视频	通用	电机控制系统实现
视频	通用	无人机和UAV（无人驾驶飞行器）市场中的恩智浦产品方案
视频	KINETIS	利用Kinetis V系列MCU轻松实现电机控制
视频	KINETIS	使用Kinetis通过Wi-Fi进行多电机控制
视频	KINETIS	面向大众应用的电机控制
视频	KINETIS	利用Arm® Cortex®-M7内核实现电机控制



主要参考平台

四电机控制(QMC)开发平台

参考设计概念

1. MCU子卡

1. 尺寸小巧 (类似200引脚内存条的板卡设计)
2. 1个i.MX RT 1050 (主控制器)
3. 1个SWD/JTAG接口
4. 1个μUSB接口
5. 1个SD卡接口
6. 1个用于XIP (就地执行) 的板载QSPI NOR闪存

2. 数字外设板 - 支持灵活的外设配置

1. 多种通讯接口 - USB、RS485、USB转串口、Wi-Fi
2. LCD触控界面
3. 用户LED和按钮
4. 电机控制接口, 支持驱动4个电机
5. 集成EdgeLock SE050安全芯片

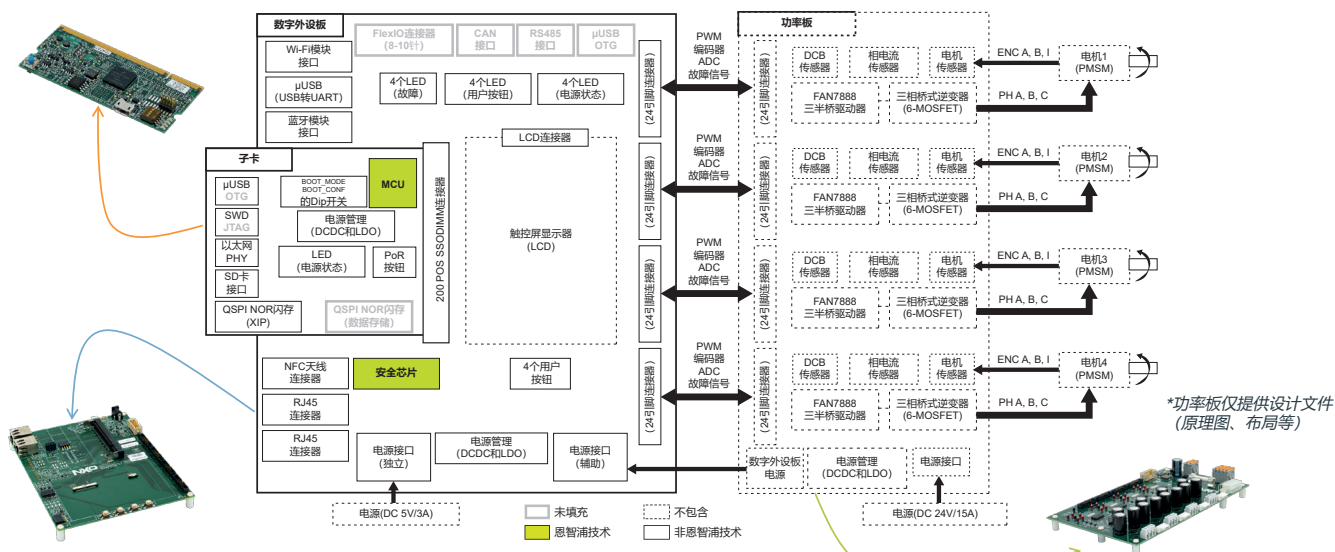
3. 功率板 (不出售, 仅提供设计文件)

1. 设计基于FRDM-MC-LVPM5M和FRDM-MC-LVBLDC板集成4个功率级
2. 直流母线电机制动电路
3. 最多支持4个带编码器或霍尔传感器的PMSM或BLDC电机
4. 输入电压24V/30V/48V
5. 最大输入电流16 A

4. 电机兼容性

1. PMSM、BLDC、ACIM (随意搭配)
2. 通过四个并行运行的PMSM电机演示基于FOC的复杂解决方案
注: 不包含电机。

QMC1G开发平台 - 功能框图



四电机控制(QMC)开发平台用例

电机控制



速度控制

多电机 (四电机同步)



位置控制

多电机 (四电机同步)



闭环电机控制

多电机磁场定向控制



开环电机控制

多电机标量(V/F)控制

安全通信



安全设备认证



安全信道(TLS)



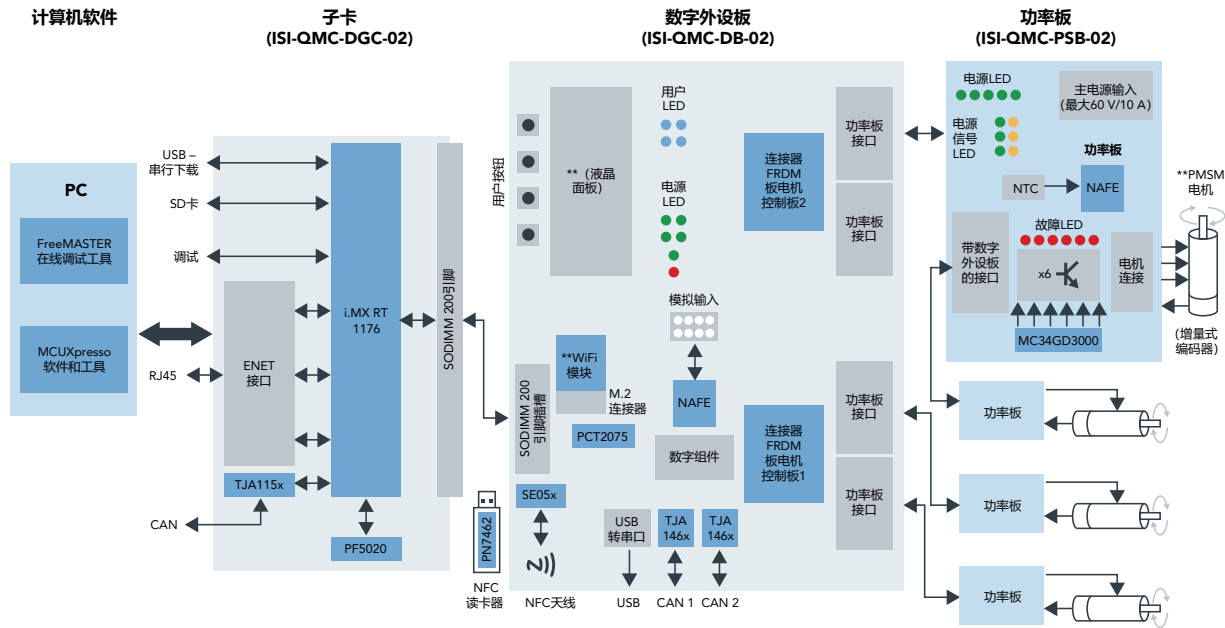
安全的云接入

有关更多信息, 请访问: nxp.com/quadmotorcontrol

I.MX RT工业驱动开发平台

该开发平台是四电机控制概念的演进，超越了单纯的电机控制集成。i.MX RT工业驱动开发平台利用工业级i.MX RT1170跨界MCU的800 MHz性能，展示了i.MX RT1170跨界微控制器如何能够同时控制最多4个永磁同步电机(PMSM)。该平台利用高级电机控制算法与技术，并保留了额外带宽来支持显示、确定性通信以

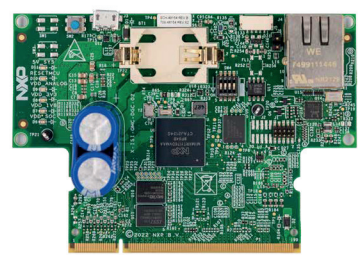
太网时间敏感网络(TSN)、数据记录、故障检测以及旨在帮助终端产品获得ISA/IEC 62443-4 SL3认证的安全机制。该开发平台板载恩智浦EdgeLock® SE05x安全芯片，是一款现成可用的多板平台，用于评估和验证各类工业应用。



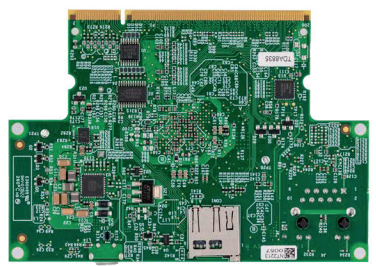
** 不包含产品

子卡 (ISI-QMC-DGC-02)

俯视图

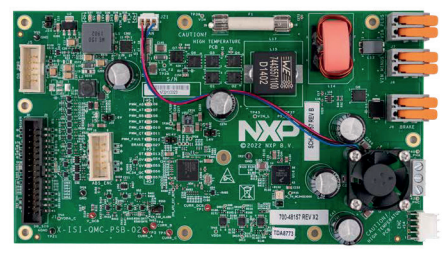


底视图

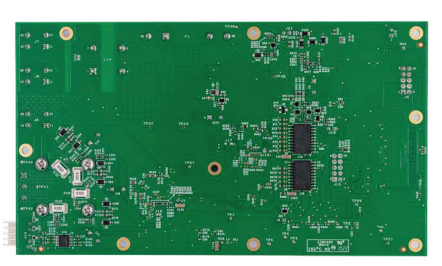


功率板 (ISI-QMC-PSB-02)

俯视图



底视图



I.MX RT工业驱动开发平台主要组件

板	说明	恩智浦技术	尺寸
子卡 ISI-QMC-DGC-02	集成了MCU芯片、调试接口和以太网TSN端口的控制板	<ul style="list-style-type: none"> i.MX RT1176 (跨界MCU) PF5020 (PMIC) TJA115x (安全CAN) 	70 mm x 101 mm
数字外设板 ISI-QMC-DB-02	用于子卡的扩展板, 集成了多个通信、安全和HMI外设	<ul style="list-style-type: none"> SE05x (安全芯片) NAFE (模拟前端 – 模拟输入) TJA146x (CAN) PN7462 (NFC读卡器) PCT2075 (温度传感器) 	228 mm x 236 mm
功率板 ISI-QMC-PSB-02	将控制命令转换为功率信号以驱动伺服电机的板 (200 W至450 W)	<ul style="list-style-type: none"> GD3000 (栅极驱动器) NAFE (模拟前端 – 模拟输入) 	102 mm x 179 mm
推荐的电机类型		编码器技术	功耗
<ul style="list-style-type: none"> 平台可支持PMSM、BLDC和ACIM 示例代码使用PMSM类型 注: 不包含电机 		<ul style="list-style-type: none"> 推荐: 增量式TTL编码器 示例代码中, 编码器为1000线, 电机每转过一圈, 芯片的正交解码模块计数器就增加或减少4000。芯片也可适应各种编码器线数 	建议不超过420 W 确保安全区远离限制



多轴电机

使用磁场定向控制(FOC)算法的单、双、三或四电机控制, 用于控制伺服电机 (带增量式编码器的PMSM电机)。



网络弹性

遭受远程攻击后, 允许在没有人干预的情况下恢复到可信状态 (关键要素: 经过验证的看门狗定时器(AWDT)、安全启动加载程序和恢复服务)。



TSN连接

确定性以太网通信, 实施IEEE 802.1AS和IEEE 802.1Qbv标准。通过同一条线路支持实时流量和非时间关键型流量。



远程监测

为值得信赖的用户提供远程访问 (本地网络或云), 从而允许通过安全信道监测内部数据。



故障检测

检测开发平台的异常行为, 涵盖电机控制、电源管理和板温度监测。



数据记录

以加密方式登记用户互动、故障、操作和通信事件, 并记录时间戳。



安全的用户互动

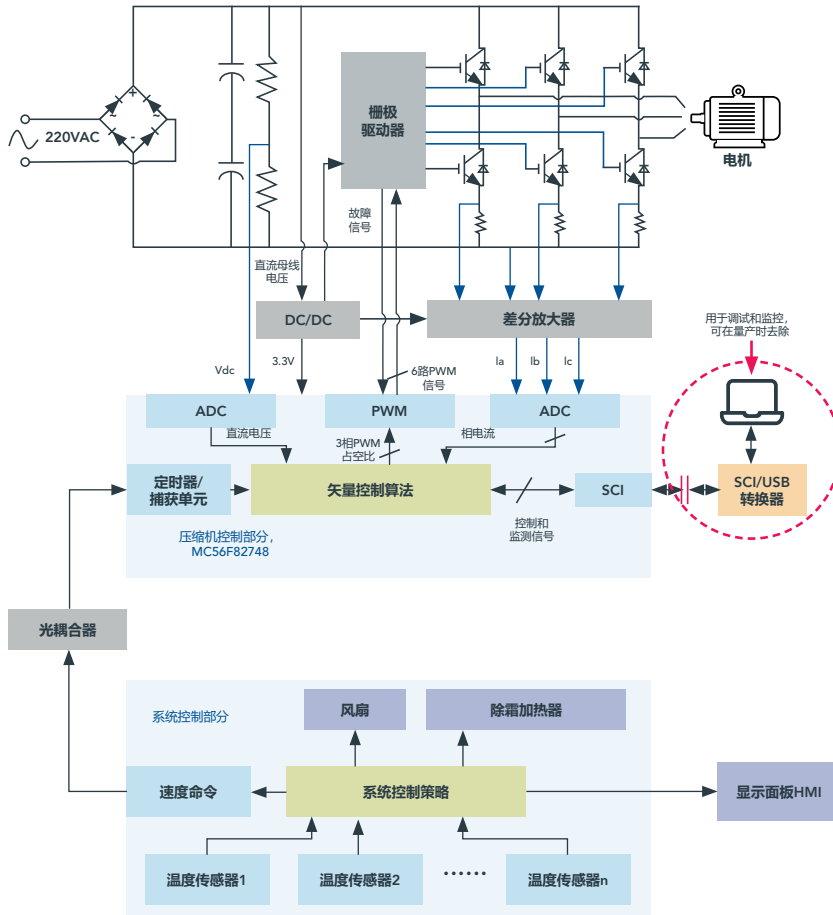
用户访问策略实施。在维护活动中, 能够保护平台的本地交互 (例如, 本地启动/停止电机、SD卡访问等)。



通过设计, 轻松达到ISA/IEC 62443-4-1、4-2标准

平台使用“设计确保安全”方法进行构建, 并提供板载EdgeLock SE05x安全芯片, 旨在帮助OEM轻松地使设备达到ISA/IEC 62443-4-1、-4-2标准。

压缩机平台



平台:

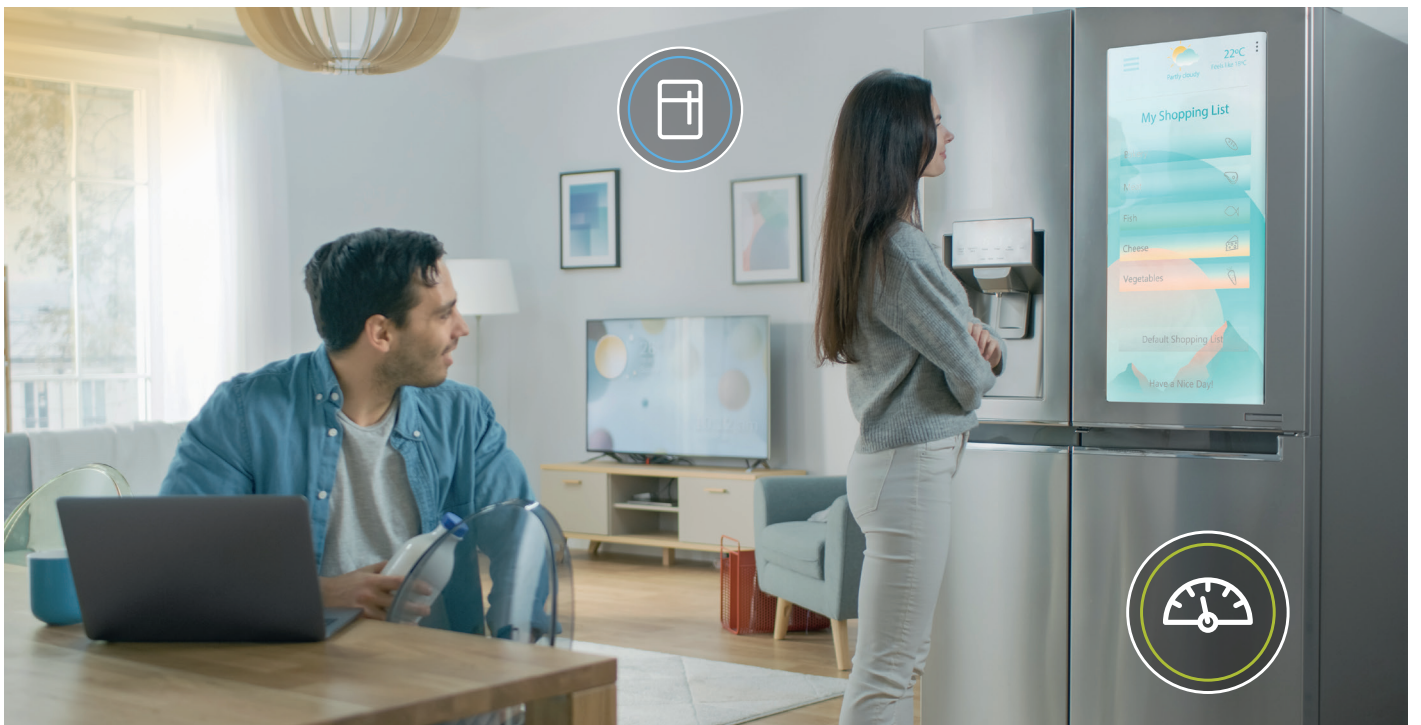
基于MC56F82748的PMSM/BLDC压缩机

特性:

- 高效率解决方案，并提供一站式控制软件
- 通过IEC60730认证的控制
- 带速度和电流闭环控制的无传感器FOC控制
- 弱磁控制，可在电机额定速度以上运行
- 使用扩展磁通观测器，在全负载和输入电压范围内可靠启动
- 运行速度范围：1000 rpm到4800 rpm
- 可在npx.com下载相关应用笔记AN5387

有关更多信息，请访问：

nxp.com/refrigerator-compressor



电机控制应用与产品指南

产品系列	内核和存储器				定时器	模拟					通信		HMI			
	CPU	DSP/FPU	闪存 (KB)	SRAM (KB)	PWM通道	ADC	温度传感器	PGA	DAC (6位/12位)	ACMP	CAN	以太网	LCD	相机接口	TSI (通道)	5V IO
i.MX RT101x	500 MHz Cortex-M7	有/有	外部	128	12	1 x 12b	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-
i.MX RT102x	600 MHz Cortex-M7	有/有	外部	256	24	2 x 12b	有	-	-	4	2	1	-	-	-	-
i.MX RT105x	600 MHz Cortex-M7	有/有	外部	512	36	2 x 12b	有	-	-	4	2	1	WXGA	并口	-	-
i.MX RT106x	600 MHz Cortex-M7	有/有	4096	1,024	36	2 x 12b	有	-	-	4	3	2	WXGA	并口	-	-
i.MX RT117x	1 GHz Cortex-M7 和 400 MHz Cortex M4	有/有	外部	2,048	36	2 x 12b	有	-	4/1	4	3	3	WXGA, MIPI	并口, MIPI	-	-
KV1x	75 MHz Cortex-M0+	-/-	128	16	20	2 x 16b	-	-	0/1	2	1	-	-	-	-	-
KV3x	120 MHz Cortex-M4	有/有	512	96	20	2 x 16b	-	-	0/2	2	-	-	-	-	-	-
KV4x	168 MHz Cortex-M4	有/有	256	32	30	2 x 12b	-	有	4/1	4	2	-	-	-	-	-
KV5x	240 MHz Cortex-M7	有/有	1024	256	44	1 x 16b, 4 x 12b	有	-	4/1	4	3	1	-	-	-	-
KE0xZ	48 MHz Cortex-M0+	-	128	16	10	1 x 12b	-	-	2/0	2	1	-	-	-	-	真5V
KE14Z	72 MHz Cortex-M0+	-	288	32	16	2 x 12b	有	-	2/0	2	-	-	-	-	-	真5V
KE15Z	72 MHz Cortex-M0+	-	288	32	16	2 x 12b	有	-	2/0	2	-	-	-	-	25	真5V
KE16Z	48 MHz Cortex-M0+	-	64	8	8	1 x 12b	有	-	1/0	1	1	-	-	-	25	真5V
KE1xF	168 MHz Cortex-M4	有/有	576	64	32	3 x 12b	有	-	3/1	3	2	-	-	-	-	真5V
MC56F81xxx	100 MHz/50 MHz DSC	有/无	128	20	8	2 x 12b	有	有	1	4	-	-	-	-	-	-
MC56F82xxx	100 MHz/50 MHz DSC	有/无	64	8	8	2 x 12b	有	有	2	4	1	-	-	-	-	可承受 5V电压
LPC553x/S3x	150 MHz Cortex M33	有/有	256	128	12	4 x 16b	有	有	0/3	3	1	-	-	-	-	-
KEA	48 MHz Cortex-M0+	-	128	16	10	1 x 12b	有	-	2/0	2	1	-	-	-	-	真5V
S32K11x	48 MHz Cortex-M0+	-	256	25	16	1 x 12b	-	-	1/0	1	1/1FD	-	-	-	-	真5V
S32K14x	120 MHz Cortex-M4	有/有	2048	256	64	2 x 12b	-	-	1/0	1	3/3FD	1	-	-	-	真5V
S32K3xx	240 MHz Cortex-M7	有/有	8192	1152	72	3 x 15b	有	-	3/0	3	8/8FD	1	通过 FlexIO	通过 FlexIO	-	真5V
MPC574xP	200 MHz z4	有/有	2560	384	40	4 x 12b	有	-	-	-	3	1	-	-	-	可承受 5V电压
MPC5775B/E	264 MHz z7	有/有	4096	512	32 (+ 96通道, eTPU2)	4 x 16b, 4 x 12b	有	-	-	-	6/2FD	1	-	-	-	真5V
MPC5777C	300 MHz z7	有/有	4096	512	32 (+ 96通道, eTPU2)	4 x 16b, 4 x 12b	有	-	-	-	6/2FD	1	-	-	-	真5V

电机控制应用与产品指南 (续)

产品系列	内核和存储器				定时器	模拟					通信		HMI			
	CPU	DSP/FPU	闪存 (KB)	SRAM (KB)	PWM通道	ADC	温度传感器	PGA	DAC (6位/12位)	ACMP	CAN	以太网	LCD	相机接口	TSI (通道)	5V IO
MC56F83xxx	100 MHz DSC	有/无	256	64	16	2 x 12b	有	有	2	4	1	-	-	-	-	可承受5V电压
MC56F84xxx	100 MHz DSC	有/无	256	32	16	1 x 16b, 2 x 12b	有	有	1	4	1	-	-	-	-	可承受5V电压

其他电机控制开发选项 (BLDC或PMSM)

名称	说明	直流电压	功耗	电机技术
S32K和KEA基于Arm®的MCU开发套件				
MCSPT1AK116	电机控制套件 (S32K116EVB、DEVKIT-MOTORGD、Sunrise 42BLY3A78-24110、12 V/7 A电源)	12 V	100 W	三相BLDC六步, PMSM FOC
MCSPT1AK144	电机控制套件 (S32K144EVB、DEVKIT-MOTORGD、LINUX 45ZWN24-40、12 V/5 A电源)	12 V	100 W	三相BLDC六步, PMSM FOC
MCSPT1AK344	电机控制套件 (S32K344EVB、DEVKIT-MOTORGD、Sunrise 42BLY3A78-24110、12 V/7 A电源)	12 V	100 W	三相BLDC六步, PMSM FOC
MCSXTE2BK142	S32K142开发板	12/24 V	800 W	三相BLDC六步, PMSM FOC
KEA128BLDCRD	KEA128参考设计	12 V	60 W	三相BLDC六步
MPC57xx开发套件				
MCSPTR2A5775E	电机控制套件 (MPC5775E-EVB、低压功率板、TG驱动TGT2-0032-30-24、24V 7A电源)	24 V	240 W	三相BLDC六步和PMSM FOC
MTRCKTSPS5744P	电机控制套件 (MPC5775E-EVB、低压功率板、TG驱动TGT2-0032-30-24、24V 7A电源)	24 V	240 W	三相BLDC六步和PMSM FOC
EV-INVERTER	EV功率逆变器控制参考平台 (PCB、布线、软件)	400 V	100 kW	三相PMSM FOC
EV-INVERTERHDBT	IGBT-EV功率逆变器控制参考平台 (EV-CONTROLEVMD、EV-POWEREVBHDBT、软件)	600 V	180 kW	三相PMSM FOC
RDGD3100I3PH5EVB	配备GD3100的HybridPACK驱动IGBT/SiC模块参考设计。与MPC5775E-EVB或MCSPTR2A5775E或MTRCKTSPS5744P兼容	200 V至1700 V	> 125 kW	三相PMSM FOC
RDGD3100F3PH5EVB	配备GD3100的FujiM653IGBT的参考设计。与MPC5775E-EVB或MCSPTR2A5775E或MTRCKTSPS5744P兼容	200 V至1700 V	> 125 kW	三相PMSM FOC
RDGD31603PH5EVM	配备GD3160的VE-Trac™驱动SiC模块参考设计。与MPC5775E-EVB或MCSPTR2A5775E或MTRCKTSPS5744P兼容	200 V至1700 V	> 125 kW	三相PMSM FOC
MPC5775E-EVB	MPC5775B/E低成本逆变器控制器板			

面向5至24 V电池应用的中压电机驱动器选择指南

部件编号	电机类型	输出数	工作电压(V)	峰值电流	SPI	睡眠(uA)	频率(kHz)	温度范围	备注
MC338xx / 339xx	有刷直流	2	5.0-28	5	-	50	20-Oct	-40至+125	
MC33HB2xxx	有刷直流	2	5.0-36	5.4/7.0/8.8/10.7	有	50	8.0 SELECT	-40至+125	3个版本

面向5至60V应用的电机栅极驱动器和开关指南

部件编号	电机类型	输出数	工作电压(V)	峰值电流	SPI	睡眠(uA)	频率(kHz)	温度范围	备注
GD3000	BLDC/PMSM (MOSFET)	6	6.0-60	1	有	30	20	-40至+125	汽车/工业
MC33879	可配置的LS/HS八路驱动器	16	5.5-27.5	1.2	有	5	2	-40至+125	
MC3399x	LS双八路驱动器	16	5.0-27	最多2.5	有	10	2	-40至+125	

面向200至1200 V应用的电机栅极驱动器

部件编号	电机类型	输出数	工作电压(V)	峰值电流	SPI	睡眠(uA)	频率(kHz)	温度范围	备注
GD3100	PMSM/ACIM (IGBT)	1	200-1700	15	有	不适用	40	-40至+150	
GD3160E	PMSM/ACIM (SiC)	1	200-1700	15	有	不适用	100	-40至+150	功能安全

安全系统基础芯片(SBC): BYLINK系统电源平台

	特性	FS45	FS65	VR5500/10
目标系统电压		12 V	12 V	12 V或24 V
电源管理系统	VPRE HV降压	6.5 V固定/2.0 A异步	6.5 V固定/2.0 A异步	3.3 V至5.2 V可配置/10 A (外部MOSFET)
	MCU内核电源	1 V至5 V/0.5 A LDO	1 V至5 V/0.8/1.5/2.2 A DC-DC	0.4 V至1.8 V/2.5 A DC-DC; 在多相配置中, 最高为5 A
安全	符合ASIL	B/D级	B/D级	QM/B/D级
系统特性	MCU对齐	S32K1/3	MPC574x、MPC577x	通用
	接口	SPI/CAN/LIN	SPI/CAN/LIN	I ² C

如何开始

恩智浦致力于为您提供适合广泛工业和物联网电机控制应用的硬件、软件与支持资源。

开始前，请访问nxp.com/motorcontrol，从众多开发工具和指南中选择，从而开始使用我们的电机控制解决方案。

在整个设计阶段，您也可以联系任意恩智浦区域销售办事处和授权代理商，获取其他支持。

