AN205351

FM3 MB9AF112L 系列 PMSM 保护技术

相关器件系列：MB9AF112L 系列

本应用笔记介绍了基于 MB9AF112L 系列 Cypress FM3 32 位的电机驱动器保护技术。

目录

1 简介 1
1.1 目的 1
1.2 文档概要 1
2 电机保护技术的原理 2
2.1 AD 偏移检测 2
2.2 电机缺相或无电机检测 2
2.3 电机堵转检测 3
2.4 电机直流母线电压过欠压检测 4
2.5 IPM 保护检测 5
2.6 PFC 硬件过流保护 6
2.7 PFC 软过流保护检测 7
2.8 PFC 软过压保护检测 7
3 流程图和保护功能的故障代码定义 8
3.1 保护软件流程图 8
3.2 故障代码表 9
4 更多信息 10
文档修改记录 11

1 简介

1.1 目的

该应用手册介绍了基于 MB9AF112L 系列 Cypress FM3 32 位的电机驱动器保护技术。

该应用手册主要描述了 Cypress 直流永磁电机驱动的保护技术，包括电机堵转检测、缺相检测、启动检测、过流检测、过压检测、欠压、以及 IPM 保护等；

1.2 文档概要

文档其余部分结构如下：

第 2 章描述了电机保护技术的原理。

第 3 章介绍了流程图和保护功能的故障代码定义。

第 4 章介绍了更多信息。

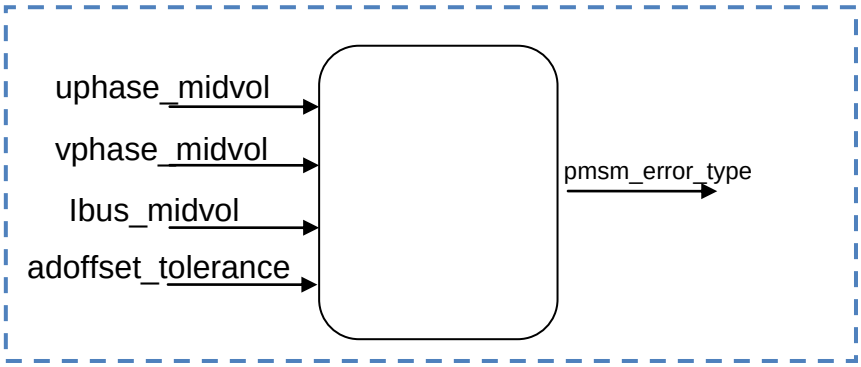
2 电机保护技术的原理

该章节主要具体描述各个电机保护的方法和细节。

2.1 AD 偏移检测

在 Cypress 电机采样解决方案中，它有一个稳定的中间电平（2.5V），需要在电机每次启动前进行检测。在该程序中，实时采样中间电平被描述为双电阻采样系统中的“uphase_midvol”、“vphase_midvol”或单电阻采样系统中的 Ibus_midvol；设置 AD 采样的偏执电压值(+adoffset_tolerance)。在上电时检测到运算放大器的电流 AD 采样值。如果电流校准中间值小于(2.5V-adoffset_tolerance)，或者是大于(2.5V+adoffset_tolerance)，则认为是电流采样错误，并把 pmsm_error_type 的故障位设置为 1，并且停止启动电机，否则，程序将按照实时电流采样值来作为中间电平进行运算，并把 pmsm_error_type 的故障位设置为 0，正常启动电机。AD 偏移检测如图 1 所示：

图 1. 电流采样 AD 偏移检测



2.2 电机缺相或无电机检测

根据不同情况，电机缺相检测分启动缺相检测和运行中缺相检测两大部分。

第一种情况，启动电机处于定向阶段时，它会采样相位电流(‘pmsm_isalpha’)，同时基于 Q 轴参考电流(‘pmsm_isqref’)和转子角(‘pmsm_theta’)，可计算 α 轴电流(‘lose_isalpha’)。如果在连续的 50ms 内，采样电流值(‘pmsm_isalpha’)几乎不到¾的‘lose_isalpha’，或者‘pmsm_isalpha’大于 5/4 的‘lose_isalpha’，开相的‘pmsm_error_type’故障为设置为‘1’，停止启动电机；否则正常启动电机。

第二种情况，如果是在电机启动后，当给定 Q 轴参考电流大于 1 A，如果在连续的 200ms 内，电流采样值的平均数几乎小于 0.5A，电机立即停止，开相的‘pmsm_error_type’故障为设置为‘1’。否则正常启动电机。（**注意：**1 A 和 0.5 A 是手册给定的值，可根据不同的驱动器系统进行更改，以获得最佳效果。）

图 2. 电机缺相检测时序图

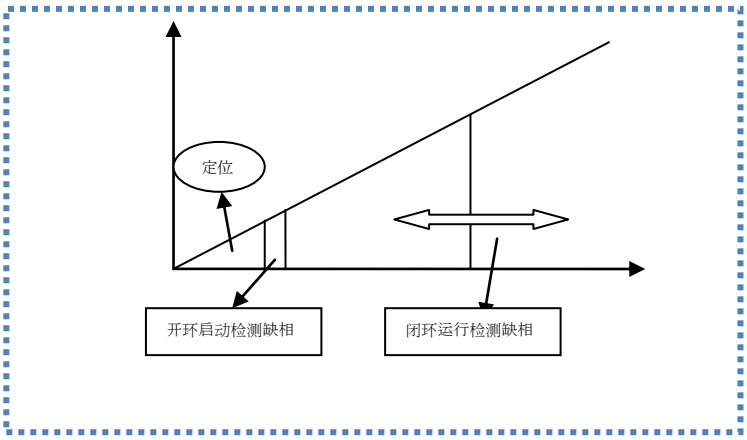
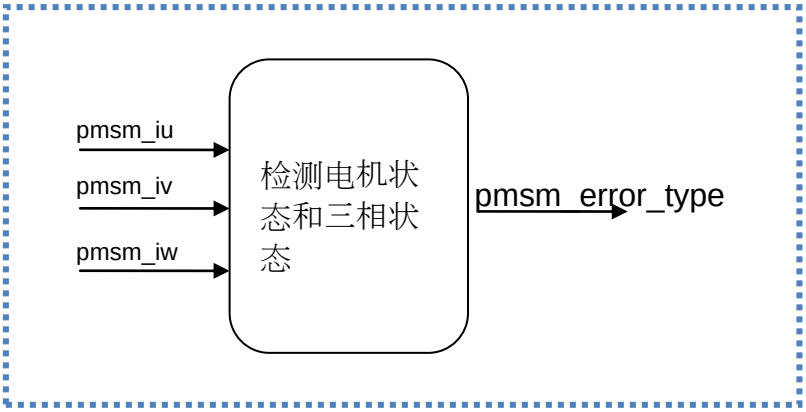


图 3. 电机缺相检测方框图



2.3 电机堵转检测

在电机启动时，如果当前电机运行在开环阶段，给定的 PI 的目标转速不小于 800RPM 时，而且开环运行达到了 1s 时间，当前的估算速度(‘omegaMr_avr’)如果小于 500rpm，停电机，并把故障标志’pmsm_error_type’相应位置 1；否则继续运行电机。

另一种情况，如果当前电机运行在闭环状态，并且给定的 PI 的目标速度高于 3000RPM 时；如果连续 500ms 电机转速(‘omegaMr_avr’)运行在低于 1200RPM 时，或者给定的 PI 目标速度高于 2400RPM 时，并且电机连续 500ms 运行在速度(‘omegaMr_avr’)低于 600RPM 时；停电机，并把故障标志 pmsm_error_type 相应位置 1；否则电机正常运行；

图 4. 电机堵转流程图

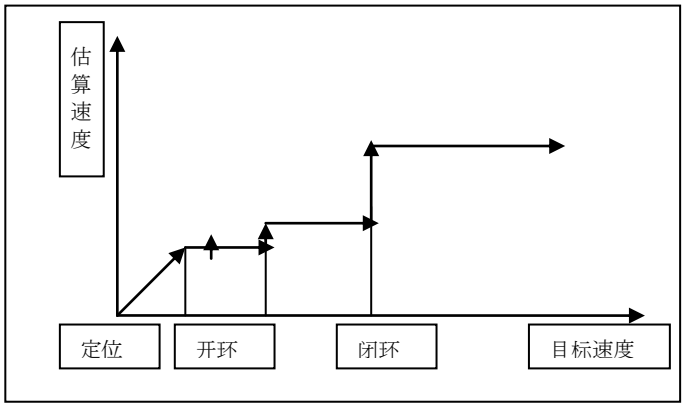
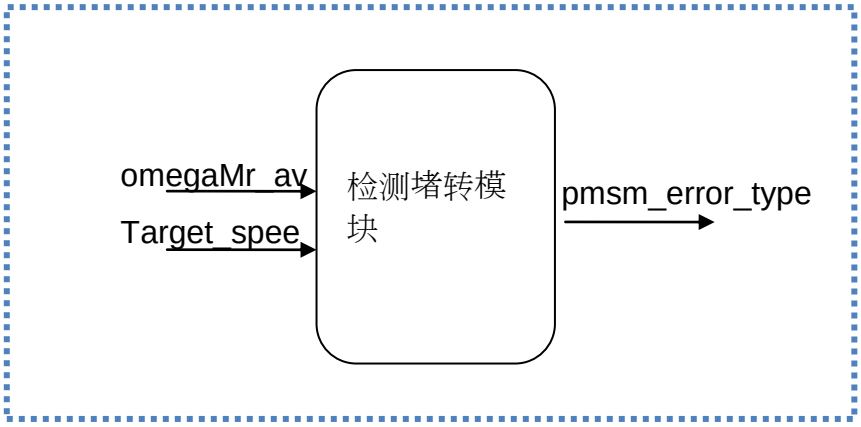


图 5 电机堵转方框图.



2.4 电机直流母线电压过欠压检测

直流母线电压在电网波动和 PFC 等影响因素的条件下有可能会导致过高或者时过低的电压，在检测到在某一段时间内高过某一设定电压或者时低于某一设定电压时，将会对电机进行停电机，指示故障状态处理；具体实施方法如下：

过压保护：如果是当前电压(‘direct_voltage’)连续 1ms 大于设定电压值(‘max_dcvoltage’)，则停电机，并把故障标志 pmsm_error_type 相应位置 1；否则电机正常运转。

欠压保护：如果是当前电压(‘direct_voltage’)连续 1ms 小于设定电压值(‘min_dcvoltage’)，则停电机，并把故障标志 pmsm_error_type 相应位置 1；否则电机正常运转。

图 6. 电机过欠压时序图

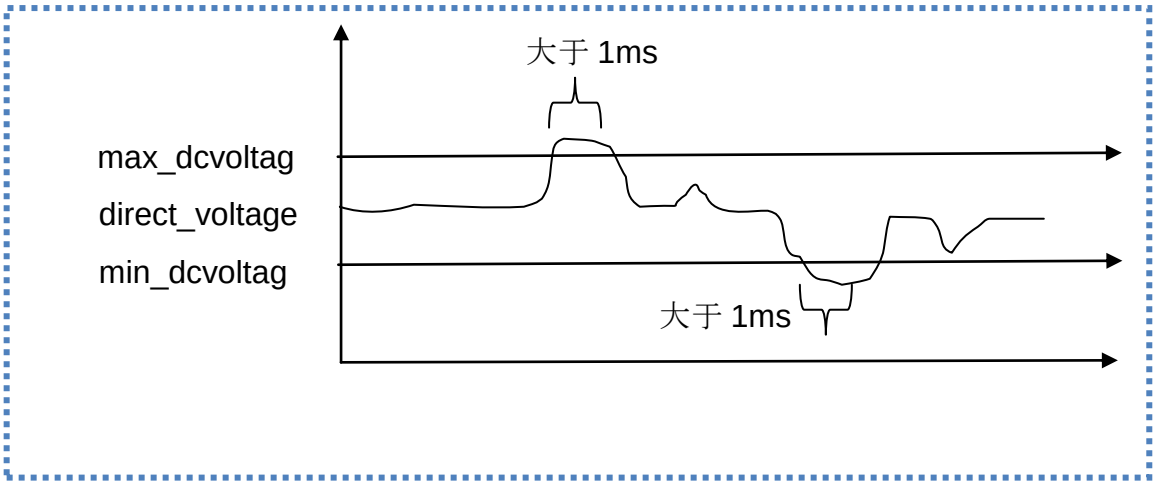
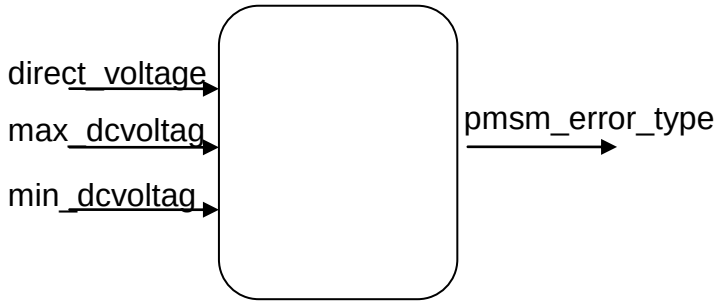


图 7. 电机过欠压检测方框图



2.5 IPM 保护检测

当 IPM 过热，过流，以及(+15V)欠压时，IPM 的(FO)引脚会输出低电平信号，当检测到该信号时，立即停电机，电机状态位 pmsm_status 置 3；

注意：

在 IPM 过温时，(FO)引脚是否输出低电平信号，取决于使用的 IPM 模块是否有温度检测功能；

具体的过流保护点与硬件的电流保护电路参数和 IPM 的触发过流的电平值，以及硬件的抗干扰能力有关系。

图 8. IPM 硬件过流检测时序图

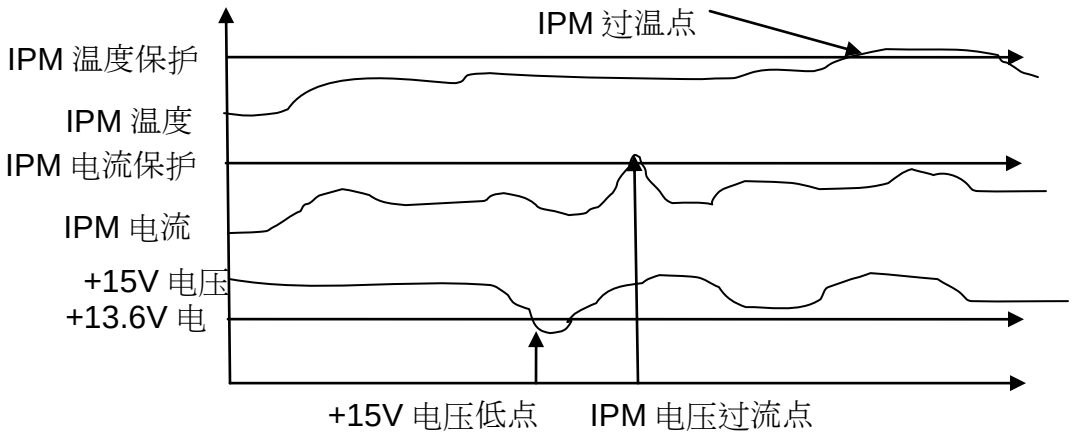
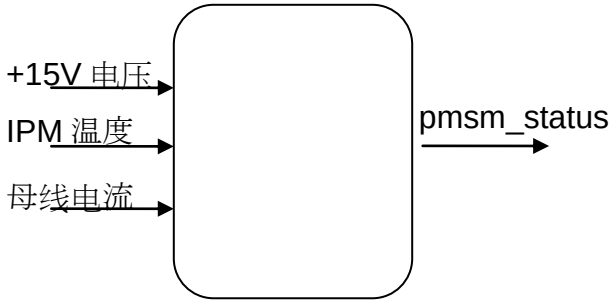


图 9. IPM 硬件过流检测方框图



2.6 PFC 硬件过流保护

当 PFC 模组运行时，如果 PFC 电路的电流大于最大的允许电流，PFC 硬件电路产生低脉冲信号，触发芯片中断；立即关闭 PFC 运行，并把 PFC_stop_Flag 置 1；否则正常运行 PFC；

图 10. PFC 过流检测方框图

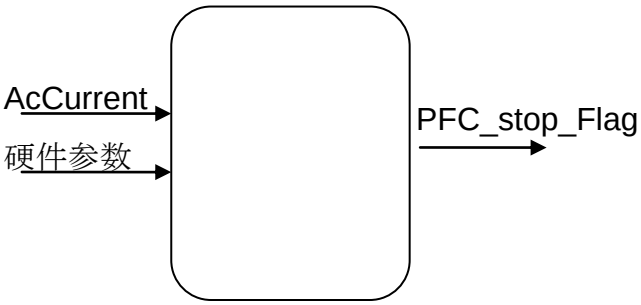
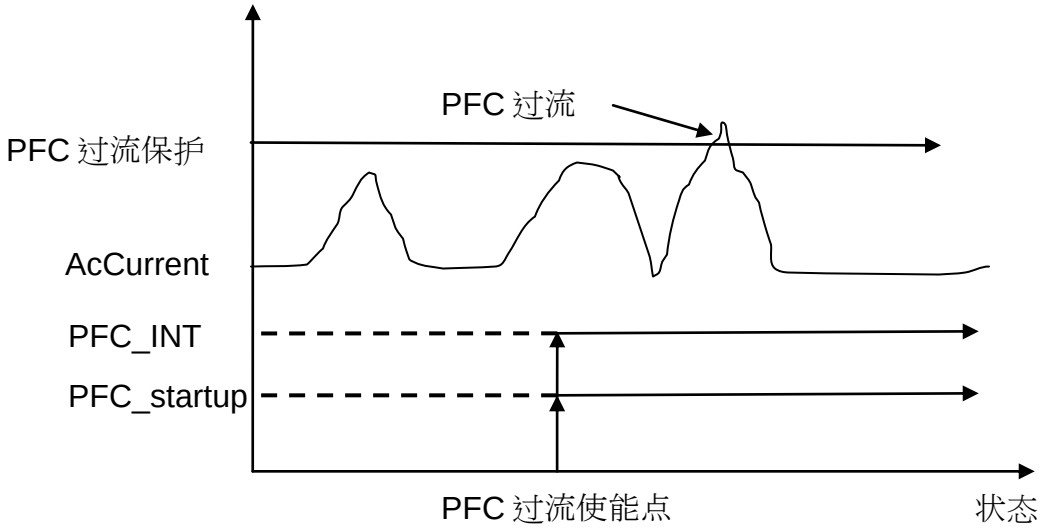


图 11. PFC 过流检测时序图



2.7 PFC 软过流保护检测

当 PFC 工作时的交流侧电流超过设定的软保护点时；立即关闭 PFC 输出，并把 PFC_stop_Flag 置 6；否则正常运行 PFC，并把 PFC_stop_Flag 置 0；

注：PFC 软过流的时序图和方框图类似于电机的过欠压检测方式；

2.8 PFC 软过压保护检测

当 PFC 的直流母线电压超过设定的软保护点时；立即关闭 PFC 输出，并把 PFC_stop_Flag 置 5；否则正常运行 PFC，并把 PFC_stop_Flag 置 0；

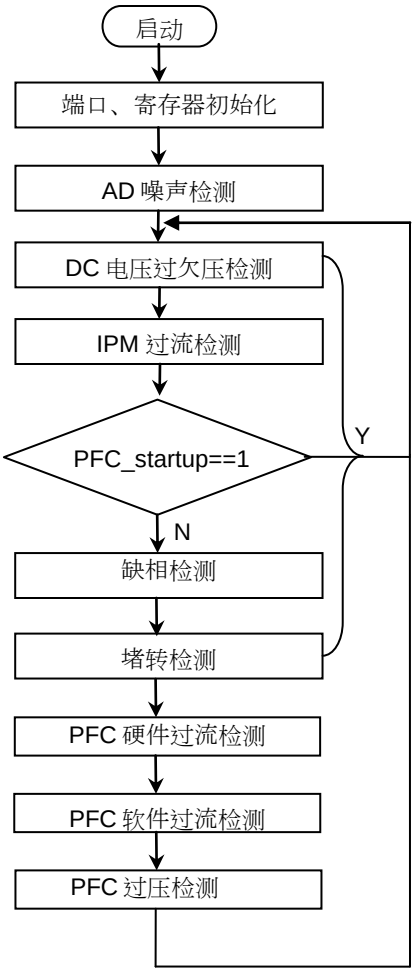
注：PFC 软过压的时序图和方框图类似于电机的过欠压检测方式；

3 流程图和保护功能的故障代码定义

该章节主要描述了电机故障的软件检测流程和故障代码的定义；

3.1 保护软件流程图

图 12. 保护软件流程图



3.2 故障代码表

如下表 1 表格中具体的描述了 Cypress 电机驱动系统中的故找的代码和不同故障的位定义，也可在相应的保护的头文件中找到。

pmsm_error_type = 0x00, //电机初始或正常状态

pmsm_error_type = 0x01, //电机直流母线过压

pmsm_error_type = 0x02, //电机直流母线欠压

pmsm_error_type = 0x04, //电机软过流

pmsm_error_type = 0x08, //电机运行失败

pmsm_error_type = 0x10, //电机缺相

pmsm_error_type = 0x20, //无电机

pmsm_error_type = 0x40, //AD 噪声过大

pmsm_error_type = 0x80 //电机堵转

PFC_stop_Flag = 0; //PFC 初始状态或正常状态

PFC_stop_Flag = 1; //PFC 硬件过流

PFC_stop_Flag = 5; //PFC 软过压

PFC_stop_Flag = 6; //PFC 软过流

表 1. 故障代码表

故障代码	故障类型	出现原因
0x0000	电机初始或正常状态	停机或正常运行
0x0001	电机直流母线过压	AC 输入过高，DC 采样电路故障，PFC 异常
0x0002	电机直流母线欠压	AC 输入过低，DC 采样电路故障
0x0004	电机软过流	电机运行异常，电流采样异常
0x0008	电机运行失败	电机参数不对，驱动硬件故障
0x0010	电机缺相	电机连接异常
0x0020	无电机	电机连接异常
0x0040	AD 噪声过大	AD 采样异常
0x0080	电机堵转	电机故障，或电机参数异常和硬件电路异常
0	PFC 初始状态或正常状态	PFC 未工作或正常工作、硬件电路异常
1	PFC 硬件过流	PFC 运行异常或采样错误、硬件电路异常
5	PFC 软过压	PFC 运行异常或采样错误、硬件电路异常
6	PFC 软过流	PFC 运行异常或采样错误、硬件电路异常

4 更多信息

如欲了解有关 Cypress 产品的更多详情，敬请访问以下网址：

http://www.cypress.com/cypress-microcontrollers

文档修改记录

文档标题：AN205351 - FM3 MB9AF112L 系列 PMSM 保护技术

文档编号：002-05755

修订版	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	—	FCZH	01/17/2012	初稿
*A	5353123	FCZH	07/19/2016	已将 Spansion 应用手册《MCU-AN-510112-Z-10》转换成 Cypress 格式。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、厂商代表和经销商组成的全球性网络。如果想要查找离您最近的办事处，请访问赛普拉斯所在地。

产品

ARM® Cortex® 微控制器	cypress.com/arm
汽车级	cypress.com/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/clocks
接口	cypress.com/interface
照明和电源控制	cypress.com/powerpsoc
存储器	cypress.com/memory
PSoC	cypress.com/psoc
触摸感应	cypress.com/touch
USB 控制器	cypress.com/usb
无线/射频	cypress.com/wireless

PSoC® 解决方案

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

赛普拉斯开发者社区

论坛 | 项目 | 视频 | 博客 | 培训 | 组件

技术支持

cypress.com/support

PSoC 是赛普拉斯半导体公司的注册商标。PSoC Creator 是赛普拉斯半导体公司的商标。 此处引用的所有其他商标或注册商标都归其各自所有者所有。

赛普拉斯半导体
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

电话 : 408-943-2600
传真 : 408-943-4730
网站地址 : www.cypress.com

©赛普拉斯半导体公司，2011-2016 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属个人性质的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码的形式向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。
在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失的其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何索赔、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的索赔，并使之免受损失。
赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。敬请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。