

IEC 60730 对装置设计和 MCU 选择有何影响

Arefeen Mohammed and Keith Ogboenyi

借助于 IEC 对于大型家用电器和工业装置的安全规定，正确地选择微控制器对于取得市场成功比以前更加重要。

由于一个或者几个机械或者电子组件发生故障而会影响安全运行的电机驱动、大型家用电器、和其它电器现在要符合国际电子技术委员会 (IEC) 的测试和技术规范要求。

IEC 60730 标准涵盖交流装置的机械、电气、电子、EMC，和异常运行。虽然认证在系统级上获得，了解针对选择一个微控制器 (MCU) 的正确标准对符合 IEC 60730 标准和实现快速投放市场这一同等重要的目标有直接影响。

虽然 IEC 标准和认证标准主要在欧洲使用，但是希望将产品在世界范围内销售的公司通常选择遵守 IEC 标准，而不是针对世界上不同的地理区域来制定分别的设计和制造计划。由于它们能够感测一个故障并将电器关闭（几乎在任何情况下），小型、廉价、和自觉安全控制器被指定在 IEC 60730 规格中发挥关键作用。

与 MCU 密切相关的方面在 IEC 60730 附录 H 进行了详细说明：简言之，这些全新的测试和诊断明确了针对装置的嵌入式控制硬件和软件的安全操作。

1 安全分类

为了创建一个针对控制操作的基础，附录 H 针对影响硬件和软件的自动电子控制定义了三个类别：

1. **A 类功能**诸如房间温度调节装置、湿度控制、照明控制、定时器和开关。它们由不依赖于设备的安全而进行区分。
2. **B 类功能**，诸如过热切断用于防止诸如洗衣机、洗碗机、干衣机、冰箱、制冷器和炊具/炉子等家用电器的不安全运行。
3. **C 类功能**用于防止诸如爆炸的特定危险。这些包括自动燃烧器控制和针对关闭的、未通风热水器的过热停止。

表 1 显示了针对 IEC 60730 符合性的 15 个特定标准，连同硬件和/或者软件的适用性以达到符合标准的要求。（五个标准 -- 8, 9, 12, 14, 和 15 -- 也许并不适用于所有微控制器设计。）

表 1. 对于遵守 IEC 60730 标准的要求

	项目	测试项目	测试内容	现有的 C2000 如何支持系统级符合
1.	1.1	CPU 寄存器	固定故障	软件
2.	1.3	PC	固定故障	软件
3.	2.0	中断处理和执行	定时	硬件和软件
4.	3.0	时钟频率	准确度	软件、外部安全装置 (WD) 等
5.	4.1	内存测试 (闪存)	停留在	软件 (校验和)
6.	4.2	内存测试 (RAM)	停留在	软件
7.	4.3	内存寻址	停留在	软件
8. ⁽¹⁾	5.0	内存 (外部)	停留在	不可用
9. ⁽¹⁾	5.2	内存寻址 (外部)	停留在	不可用
10.	6.0	通信	损坏	软件-循环校验码 (CRC)
11.	6.3	通信定时	合适的定时/间隔	软件
12. ⁽¹⁾	7.0	输入/输出外设	产品硬件测试	系统测试
13.	7.2.1	A/D 测试	生产前故障	软件
14. ⁽¹⁾	7.2.2	模拟多路复用器	生产故障	不可用
15. ⁽¹⁾	9.0	定制芯片	ASIC, GAL, FPGA	不可用

⁽¹⁾ 这一标准也许不适用于所有微控制器设计。

特定测试与 MCU 无关，这是因为此功能由另外的 MCU 外部芯片执行--通常是一个定制芯片的内存。从一个设计的角度，IEC 60730 使得制造商能够采用三个方法中的一个来解决这些问题。

- 一个使用两个 MCU 的双通道架构，每个 MCU 在锁步中执行相关任务，一个 MCU 检查另外一个，但是在高成本敏感的市场中，像大型家用电器市场，这将非常昂贵。
- 制造时，带有功能测试的一个单通道架构是目前最常用的选择。虽然它是一个跳过认证测试的方法，但它的缺点就是不能够一次解决装置在这一领域的问题。
- 一个具有定期自检架构的单通道通过具备对电子控制的关键功能进行定期检查的固件来解决使用运行中的问题。

支持单通道自检选项的微控制器 (MCU) 使用最低的成本提供最高级的消费者保护。

2 软件考虑

由于固件在自检中发挥一个关键作用并且 IEC 60730 没有明确测试是如何执行的--只有成功执行时才会明确--伴有一个 MCU 的软件测试库在做出一个 MCU 选择时发挥关键作用。

对于测试库的值的评估已经超出简单了解它们将在帮助系统级产品通过符合性测试中起到应有的作用。独立测试例程相对直接，所以主要的挑战就是将这些例程集成在一起而又不影响真实系统运行。这要求扩展系统知识和直接客户参与。

在诸如大型家电的价格敏感应用中，一个小内存封装尺寸将直接转化为一个低电子物料清单 (BOM)。即使半导体销售商可以编写测试例程，将这些例程集成到系统中去是系统设计人员的责任。通常，这意味着在汇编语言中编写代码，但是一个非常有效的 C 编译器能够帮助一个设计实现通常会产生冲突的两个目标：用 C 语言编写代码并生成非常密集的代码。

3 硬件功能性

在一个 MCU 内部建立的附加硬件功能性不但提供了一个满足符合性的方法并且也能够减少组件数量。最明显的就是有足够的片载内存以避免涉及外部存储器的测试。另外一个好的例子是时间相关测试的任一实例。

完成这一功能的昂贵的方法是使用双 MCU，但是这个架构的劣势就是开销太大。一个典型的权变措施就是使用一个单 MCU 与一个 MCU 外部的安全装置定时器。

一个更好的解决方案是在 MCU 上集成两个非常精准的振荡器--一个操作电器，另外一个当定期测试执行时提供一个独立时基。

IEC 60730 的目的在于如果检测到故障，就通过关闭系统来确保安全运行。当这一操作发生时并且 MCU 启动了系统关闭，然后无弹性模式使得关断能够缓慢进行而不会损坏其它组件或者，在某些情况下，损坏配置信息。

片载监视电路，诸如欠压复位和加电复位是两个附加特性，此特性能保护 MCU 和周围系统。通过持续监控电源电压，并在其超过额定值时关断，MCU 并不仅仅保护其自身不被损坏。也许更多信息，在电机控制应用的情况下，快速脉宽调制 (PWM) 关断也将保护功率转换器内的昂贵的 IGBT 或者场效应晶体管 (MOSFET)。

4 Piccolo 起到了完美调节的作用

很对设计团队已经使用之前提到的由芯片外外设器件所支持的单通道架构满足 IEC 60730 的要求。从一个软件角度，已经在代码开发阶段投入了大量的工程时间。并且，众所周知，在评估迁移至一个新架构所带来的成本和益处时，代码兼容性是一个重要的考虑。

德州仪器 (TI) 的最适合应用于大型家电、电机控制和相似应用的控制器一直是 TI 的 TMS320C2000™ MCU 系列产品成员。设计人员已经采用这些器件来获得一个高性能 32 位架构所具有的优势，此架构将一个 MCU 的具有优势外观和使用感受与高效电机控制所需的计算能力能力组合在了一起。

TI 最新的以 C2000™ MCU 命名的 Piccolo 系列™ 更加拉低了将这款 32 位实时控制的价格并减小了封装尺寸，从而有助于将高级处理传递给那些通常不能证明相关成本有效性的应用。Piccolo 或者 TMS320F2803x/F2802x 微控制器能够用总体系统成本较低的组件替代多个电子零件，同时又能够在诸如空调、洗衣机、电磁炉、冰箱压缩机和更多诸如此类的大型家用电器中实现高级功率电子元器件管理。Piccolo 微控制器的更多信息，请见：www.ti.com/piccolo。

基于 C2000 微控制器的冰箱系统方框图，请见：<http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/403.html>。

一个常用的基于 C2000 控制器的洗衣机系统方框图，请见：<http://focus.ti.com/docs/solution/folders/print/397.html>。

例如，在变频温控单元中，一个单一 F2803x/F2802x MCU 能够精确控制两个电动三相电机并执行功率因子校正 (PFC) 计算。目前，在世界市场中所占份额大约 30% - 其中包括欧洲、中国、日本和印度 -- PFC 提升了负载的性能以最佳使用由供电部门提供的电力。

为了使 IEC 60730 系统级符合性更加简便且成本有效性更高，Piccolo 器件还特别添加了硬件增强。这个简单功率架构省却了对于外部功率 IC 的需要并使用一个内部稳压器（电压低至 1.9V）的单一 3.3V 电源以及欠压保护和加电复位。

Piccolo 器件操作并集成了：

- 同类产品最佳的 PWM 和事件捕捉能力
- 在 PWM 频率和占空比上的 150ps 分辨率
- 高精度片载振荡器（温度范围内为 3%）
- 带有独立通道触发器的 12 位无线电度量 ADC
- 多达三个模拟比较器，每个比较器有 10 位基准
- 带 BOR/POR 监测的 3.3V 单电源
- 强大的串行通信接口
- 多达 22 个通用 I/O

一个可编程控制律加速器 (CLA) 设计使主 CPU 不再处理控制算法。CLA 能够运行复杂的、高速控制算法并将主 CPU 解放出来去处理 I/O 和反馈环路度量，与基于标准架构核心的器件相比，这使得通用闭环回路应用的性能增加了 5 倍。

两个片载振荡器被集成到芯片上以满足 IEC 60730 的时基要求。上面提到的其它硬件特性--写保护寄存器、无弹性模式和监视电路--也已经被集成在内。这些特性，为满足 IEC 60730 的测试要求而定制，使得电子部分符合性测试更加简单并且测试结果更加易于预测。

在软件方面，硬件增强与一个全新的固件库版本相匹配，此固件库仍与 C2000 代码兼容，但是代码效率更高。提供汇编语言，但软件库是可由 C 语言调用并且一个非常高效的编译器将设计团队编写的 C 语言代码转换为密集汇编代码。

在www.ti.com/c2000apps上免费提供了预先写入的数字电源和电机专用算法的软件库。针对涵盖大多数电机类型以及多种数字电源应用的嵌入式控制设计的开发和实现，TI 在 www.ti.com/mcappnotes 内提供特定应用的注释。TI 还提供 Code Composer Studio™ 集成开发环境，此开发环境可由 TI 和第三方插件增强。Code Composer Studio 支持所有 C2000 控制器并特有功能强大的用于大多数已优化控制代码的编译器。

从一个产品发展的角度，Piccolo 系列微控制器的制造目的是为大型家用电器的设计人员了提供满足多重市场分区的平台策略。例如，Piccolo 器件的封装尺寸范围介于 38 引脚到 80 引脚之间，片载内存的大小在 32 至 128K 字节之间。

将 IEC 60730 引入大型家用电器和其它装置将为消费者操作他们的越来越精密的器件添加了一个全新的安全级别。通过利用 TI 的 MCU 的 Piccolo 系列，设计团队将能够在遵守相关规定的同时保持或者减少电子系统成本、创建一个强大的系统级开发平台并提供出色的性能和高能效。

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品 & TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com/consumer-apps
DLP® 产品	www.ti.com/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	
RFID 系统	
OMAP 机动性处理器	
无线连通性	
德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2012 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司