**Cortex-M3** 权威指南

Joseph Yiu 著

宋岩 译

[www.ouravr.com](http://www.ouravr.com)热心网友 校对

## 网络版初稿的译序

我接触ARM的历史约4年，早期是很欣赏这类处理器，到了后来切身使用它们的机会越来越多，慢慢地有了感觉，也更加喜欢了。在偶然听说Cortex-M3后，我就冥冥地感到它不寻常。只是因为其它工作一直没有去了解它，直到今年初才进一步学习，很快就觉得相知恨晚。当时只能看ARM官方的重量级资料，在看到这本书的英文原稿后，更感觉被电到了一样，于是突然有了把它翻译成中文的冲动。经过累计约150个小时的奋战，终于有了此译稿。在翻译过程中，我始终采用下列指导思想：

1. 尽量使用短句，并且把句子口语化。我认为高深的道理不一定要用高级的语法句型才能表达。想想看，即使是几位博士互相聊天讨论一个课题，也还是使用口语吧，而且火花往往就是在这种讨论中产生呢！
2. 多用修辞方法，并且常常引用表现力强的词汇——甚至包括网络用语和脍炙人口的歌词。另外，有时会加工句子，使得风格像是对话。这样做的目的是整个文风更鲜活——有点像为写出高分作文而努力的样子。这点可能与很多学术著作的“严肃、平实”文风不同，也是一次大胆的尝试。还希望读者不吝给予反馈。
3. 在“宏观”上直译，在“微观”上意译。英语不仅单一句子的语法和汉语不同，并且句子的连贯方式也与汉语不同。因此在十几个到几十个单词的范围内，我先把它们翻译成脑子里的“中间语言”，再把中间语言翻译成汉语。这样，就最大地避免了贻笑大方的“英式汉语”。
4. 有些术语名词不方便翻译成汉语，或者目前的翻译方式不统一，或者与其它术语翻译的结果很接近，如error和fault，就只能用英语意会。此时我就保留英文单词，相信这样比硬生生地翻译成汉语还好。这些词汇主要是:retarget, fault, region等。另外，英文中有一个很能精练表达“两者都”意思的单词及其用法：”both”，我也常常保留之。
5. 图表对颜色的使用比较丰满，尤其是比较大型的插图，相信这样能帮助读者分析和理解。插图是从原图直接复制的，因此矢量图变成了位图，无法再适应任何比例的缩放。不过，我在复制原图时，把原图以200%的比例放大，从而提高了图片的质量。
6. 我在很多地方加了译注。比较短的译注就直接以“（）”加在文字后面。比较长的译注则为它开出一个“文字池”，放到相应的“.text”后面并与之相临。早期的译注多用于解释一些不是很广为人知的术语，后期的译注则更多是我认为有必要补充的内容，包括读者在阅读过程中可能会产生的问题，容易混淆的概念，深入理解等。
7. 我对少量自然段作了改编。也有个别部分译自ARM提供的权威文档。

本书的翻译工作在40%进度的时候是最困难的时期，有一种好像长跑中遇到了所谓“极限”的感觉。望着距离掉下去还有那么高的滚动条，甚至都有停住的自我暗示了。那天刚好是哀悼日的第一天，我本来情绪很低沉，但在我看到默哀完毕，天安门广场上排山倒海般地呐喊“中国加油”时，我突然有了强烈的共振感觉，那是一种热泪盈眶的激动和感叹，甚至觉得他们就是在鼓励我！让我一下子振作起来，找回了比刚开始还要强烈的干劲，并且更加信心满满。这种精神力量一直推动我翻译完最后一个字，并且还有“余勇可贾”的快感^\_^

整个翻译的时间跨度是在2008.05.10-2008.06.07，共计28天。不知这是否算得上很“仓促”。想必有很多句式还能改得更好，甚至还有错别字等低级错误。我使用了五笔输入法，可能错别字会错得很离奇，不过肯定逃不过读者雪亮的双眼的。希望读者在发现错误后批评指正。反馈地址是：[rock.song@hotmail.com](mailto:rock.song@hotmail.com)，也可以通过QQ:9471202/9312500。

本译稿草稿完成后，我交给几位好友去试读和审校，得以揪出了很多大大小小的bugs。他们是：浮云，土豆波，美眉Y，李天后。在这里以点名表示感谢！

宋 岩 2008.07.02

## 出版致谢（按时间顺序）

在本译文的酝酿期和翻译的全过程，我的兄弟魏国平一直鼓励我，相信这是对社会有益的事，并且给从精神和物质上给我打气和支招。这只是他八年来与我兄弟之间的一段小掠影，在此感谢之情已难以言表！他的能力也是我非常佩服的，他仅在加入国内视频监控业的老大“海康威视”一年后，就在只有二人当选的最佳员工中榜上有名。

在本书翻译的后期，我告知了父母。虽然他们知道这会冲击我的工作，但依然支持我继续下去。对父母的感谢早已超出任何语言和行动所能及的程度，因此不多提也罢。

本译文完成后，我交给了4位好友去试读。在这里为他/她们“正名”：黄强，杨波，马铭遥，李武华。他们不仅评估了译文在“文笔”上的质量，还找出了一些错误。尤其是黄强，他和他的“先锋突击队”率先“软硬兼施”地实践过基于CM3的STM32单片机，并且从人文的层面上对各种读者的口味都很了解，因此为我提出最多的技术上和文风上的建议。在内测期和译文发表后，我多次和他一起讨论如何改进。另外，他也是带我认知CM3的第一人。

后来，我的恩师吴建德在看过译文后，就组织他带领的研究生去在新项目中使用基于CM3的单片机，并且研究在电源与拖动控制器中，从16位DSP转到CM3上的一些课题，还鼓励我继续做类似的工作。他和实验室的精英们以实际的先锋行动给了我很大的鼓励。

在“内部测试”期间和网上发表后，我的好友高明和、李小林、梁纪荣、沈争、王金成、杨福双、叶枫和于艳良都支持我发表，并且在我工作之余为我计划未来的蓝图，王金成还经常是我吐苦水时的受害者。他们的友情扫除了我在工作中的枯燥，并且让我更加信心满满！

在经过“内部测试版”后，本译文的初稿是发表在[www.ouravr.com](http://www.ouravr.com)的论坛上的。阿莫站长在帖子发表后的第一时间（已经是凌晨）就置“酷”，后来又置顶，再后来还专门开出一个Cortex-M3技术讨论区，并任命我为第一任版主。阿莫给了我一个大舞台，这也是一个大家畅所欲言、求医问道、展现自己闪亮的大舞台。这里自由开放，甚至不需要登录就可以下载资源！在这里再次向阿莫站长致敬！

帖子发表后，ouravr的很多热心网友回贴鼓励我，顶我的贴子直到顶到置顶。难能可贵的是watercat还第一个警示我不要乐昏了头，提出我的这种翻译方式和文风会面临的风险。这在我校对的过程中起了很多指导作用。

帖子发表后才两天，北航出版社的胡晓柏主任就联系我，与我讨论出版的事宜。胡主任其实早就慧眼识中了这本书的原版，从而北航出版社购得本书的简体版版权。于是，本书中文版的出版简直是大路通天般的顺畅！我以前没有出版过书，胡主任一直耐心地解答我的每个疑问，无论在邮件中还是电话里，都平易近人。在商务上，和胡主任与北航出版社的合作也轻松愉快，比我谈的绝大多数项目都容易得多。推荐大家有好作品就去找他，最近的一本热销书《匠人手记》也是胡主任“执着”的成果。

后来我得知，是周立功先生在看到译文后，推荐使用这个译文出版的。后来周公还来信鼓励我再接再厉。我以前读过周公的一篇讲学习点RTOS的文章后曾热血沸腾，在此对周公的大度和鼓励我非常感激。

后来在上海沁科的王永虹经理主办的一次活动中，我和英蓓特的周麒相叙多时。我希望能由ARM中国的总裁谭军先生写序，经过周麒的表奏后，谭总欣然同意了。这样落地有声的肯定，我在继续前进的路上还有什么好犹豫的！我现在觉得我加入了一个充满战斗力并且温暖和谐的精英先锋队，为了让32位单片机新生代的春风化雨早日润遍人间而激情战斗！

谭总把此事告知了原作者，他的中文名是姚文祥先生。他也很高兴地重新写了中文版前言，并且还把今年夏天Cortex-M3最新修订版的更新内容发给我，以使此书与时俱进。姚先生的敬业和热情是令人肃然起敬的！

感谢纸版的读者您。您的阅读就是对我工作的肯定和鼓励，并且我也因为祖国的嵌入式领域在向次世代挺进的过程中，又多了一位生力军而兴奋不已！

## 原作序

谁是最节能，最擅长把好钢用在刀刃上的人？要让我说，我一定得表一表单片机的开发者。他们使出浑身解术写出精妙玲珑的代码，把单片机点点滴滴的力量汇集起来，让它如同涌泉一般尽情地迸发，灌溉滋养着各行各业。是什么灵丹妙药赐予了他们这么神奇的力量？天资聪慧是主观方面。在客观方面，除了有好的处理器之外，还要配合好的开发环境和工具链。也正出于此，在设计ARM7TDMI处理器时，ARM的工具链工程师们和CPU设计师们强强联手，为了让它的内部结构更优化、更精练、更到位而并肩奋战了很多日日夜夜，终于有了ARM7TDMI的无限辉煌，并且久经岁月的洗礼依旧光芒绽放。

珠联璧合的最新果实，是破茧而出的ARM Cortex-M3处理器。这个小尤物，处处闪耀着ARM体系结构最激动人心的新突破。它基于最新最好的32位ARMv7架构——这个架构支持高度成功的Thumb-2指令集，还有很多时尚、前卫甚至崭新的特性，充满了新生代的气息。它在很好、很强大的同时，编程模型却变得更加清新爽洁了。不管你是祖国的花朵、是人民教师、还是精明的商人，也无所谓是新手还是骨灰级玩家，Cortex-M3都将尽情展现它的秀外慧中，带给你喜出望外的收获和“激活”！

ARM嵌入式解决方案主任

Wayne Lyons

## 前 言

不管你是做软件的还是做硬件的，只要相中了ARM的Cortex-M3处理器，这本书就是为你而写。以前Cortex-M3的资料只有两个大部头，分别是：

* 《Cortex-M3技术参考手册》（Cortex-M3 Technical Reference Manual, 简称Cortex-M3 TRM）
* 《ARMv7-M应用程序级架构参考手册》（ARMv7-M Application Level Architecture Reference Manual）

虽然这它俩差不多是权威到“古文观止”级的，但实在是太深入了，以致于对新手来说那简直就是天书。本书则是一个精简版，并且叙述的前后更有条理。目标读者包括：一线程序员，嵌入式产品设计师，片上系统（SoC）工程师，嵌入式系统发烧友，学院研究员，还包括所有涉猎过单片机和微处理器领域，慧眼识珍看中了Cortex-M3的人民大众们。

本书要给Cortex-M3的架构做一个简介，浏览一下指令系统，写几个段代码练练手，说一些硬件特性，再表一表该处理器精深的调试系统。本书还给出了应用程序范例，手把手地教你使用开发工具，包括ARM的工具和GNU的工具链。如果你以前是ARM7TDMI的玩家，正准备着升级装备到Cortex-M3，本书也非常解渴，里面讲述了两者的不同，以及鸟枪换炮的升级过程。

## 致谢

我要感谢下面的人们，他们有人帮我检查了本书，还有人提供了我建议和反馈

Alan Tringham, Dan Brook, David Brash, Haydn Povey, Gary Campbell, Kevin McDermott,Richard Earnshaw, Samin Ishtiaq, Shyam Sadasivan, Simon Axford, Simon Craske, Simon Smith, Stephen Theobald and Wayne Lyons.

我还要感谢CodeSourcery为我提供技术支持，以及Luminary Micro提供封面图（英文原书）。当然，Elsevier的朋友们为出版本书作出了专业的工作，在这里我也要一并感谢。

最后，特别感谢读者您，以及Peter Cole与Ivan Yardley，他们鼓励我写这本书。

## 缩略语

缩写代号 含义

ADK AMBA设计套件

AHB 先进高性能总线

AHB-AP AHB访问端口

AMBA 先进单片机总线架构

APB 先进外设总线

ARM ARM ARM架构参考手册

ASIC 行业领域专用集成电路

ATB 先进跟踪总线

BE8 字节不变式大端模式

CPI 每条指令的周期数

CPU 中央处理单元

DAP 调试访问端口

DSP 数字信号处理器／数字信号处理

DWT 数据观察点及跟踪

ETM 嵌入式跟踪宏单元

FPB 闪存地址重载及断点

FSR Fault状态寄存器

HTM CoreSight AHB跟踪宏单元

ICE 在线仿真器

IDE 集成开发环境

IRQ 中断请求（通常是指外部中断的请求）

ISA 指令系统架构

ISR 中断服务例程

ITM 仪器化跟踪宏单元

JTAG 连结点测试行动组（一个关于测试和调试接口的标准）

JTAG-DP JTAG调试端口

LR 连接寄存器

LSB 最低有效位

LSU 加载/存储单元

MCU 微控制器单元（俗称单片机）

MMU 存储器管理单元

MPU 存储器保护单元

MSB 最高有效位

MSP 主堆栈指针

NMI 不可屏蔽中断

NVIC 嵌套向量中断控制器

OS 操作系统

PC 程序计数器

PSP 进程堆栈指针

PPB 私有外设总线

本书大面积地使用了如下的排版字体约定：

• 普通汇编代码

MOV R0, R1 ; 把寄存器R1中的数据移至R0

• 以模式化语法表示的汇编代码——编程时必须使用真实的寄存器名字

MRS <reg>, <special\_reg> ;

• C 程序代码

for (i=0;i<3;i++) { func1(); }

• 伪代码

if (a > b) { ...

• 数值:

1. 4'hC , 0x123 都表示16进制数

2. *#3*表示数字3 (e.g., IRQ #3 就是指3号中断)

3. *#immed\_12*表示一个12位的立即数

4. 寄存器位。通常是表示一个位段的数值，例如

bit[15:12] 表示位序号从15往下数到12，这一段的数值。

• 寄存器访问类型

1. R 表示只读
2. W表示只写
3. RW 表示可读可写（前3条好像地球人都知道）
4. R/Wc 表示可读，但是写访问将使之清0

## 其它参考资料

1． *Cortex-M3 Technical Reference Manual (TRM) (Cortex-M3技术参考手册)*

请从[www.arm.com/documentation/ARMProcessor\_Cores/index.html](http://www.arm.com/documentation/ARMProcessor_Cores/index.html)下载

2． *ARMv7-M Architecture Application Level Reference Manual(ARMv7-M应用级架构参考手册)*

请从[www.arm.com/products/CPUs/ARM\_Cortex-M3\_v7.html](http://www.arm.com/products/CPUs/ARM_Cortex-M3_v7.html)下载

3．*CoreSight Technology System Design Guide（CoreSight技术系统设计指导）*

请从[www.arm.com/documentation/Trace\_Debug/index.html](http://www.arm.com/documentation/Trace_Debug/index.html)下载

4． *AMBA Specification (AMBA规格书)*

请从[www.arm.com/products/solutions/AMBA\_Spec.html](http://www.arm.com/products/solutions/AMBA_Spec.html)下载

5． *AAPCS Procedure Call Standard for the ARM Architecture(AAPCS ARM架构过程调用标准)*

请从[www.arm.com/pdfs/aapcs.pdf](http://www.arm.com/pdfs/aapcs.pdf)下载

6． *RVCT 3.0 Compiler and Library Guide(RVCT 3.0编译器及库向导)*

请从[www.arm.com/pdfs/DUI0205G\_rvct\_compiler\_and\_libraries\_guide.pdf](http://www.arm.com/pdfs/DUI0205G_rvct_compiler_and_libraries_guide.pdf)下载

7． *ARM Application Note 179: Cortex-M3 Embedded Software Development(ARM应用笔记179：Cortex-M3嵌入式软件开发)*

请从[www.arm.com/documentation/Application\_Notes/index.html](http://www.arm.com/documentation/Application_Notes/index.html)下载

译注：这些资料都不是什么“省油的灯”，阅读起来可能比较吃力，条理性也未必很明显。因此不必强求自己一下子读完。最好把它们当作后备参考资料，遇到疑难时再诉诸于它们找答案。另外，3号和4号资料更倾向于芯片设计师的口味。