

用GNU工具开发基于ARM嵌入式系统的方法 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/253/2021_2022__E7_94_A8GNU_E5_B7_A5_E5_c103_253066.htm 当前，ARM公司的32位RISC处理器，以其内核耗电少、成本低、功能强、特有16/32位双指令集，已成为移动通信、手持计算、多媒体数字消费等嵌入式解决方案的RISC标准，市场占有率超过了75%。多家公司都推出了自己的基于ARM内核的处理器产品，越来越多的开发人员开始了针对ARM平台的开发。通常开发人员需要购买芯片厂商或第三方提供的开发板，还需要购买开发软件，如C编译器或者集成了实时操作系统的开发环境。开发板的价格从数百到上千美元，而编译器、实时操作系统价格更是动辄数千到数万美元。这样，在开发初期，软硬件上的投资就需要上万美元，对于国内大多数开发人员来说，无疑是太贵了。庆幸的是，GNU所倡导的自由软件给开发者带来了福音。1984年，旨在开发一个类似Unix的，并且是完全免费的完整操作系统和配套工具：GNU系统（发音为"guh-NEW"）。GNU的操作系统和开发工具都是免费的，遵循GNU通用公共许可证（GPL）协议，任何人都可以从网上获取全部的源代码。关于GNU和公共许可证协议的详细资料，读者可参看GNU网站的中文介绍

：<http://www.gnu.org/home.cn.html>。除了大家熟知的Linux操作系统外，GNU的软件还包括编译器（gcc，g）、二进制转换工具（objdump，objcopy）、调试工具（gdb，gdbserver，kgdb）和基于不同硬件平台的开发库。GNU开发工具的主要缺点是采用命令行方式，用户掌握和使用比较困难，不如

基于Windows系统的开发工具好用。但是，GNU工具的复杂性是由于它更贴近编译器和操作系统的底层，并提供了更大的灵活性。一旦学习和掌握了相关工具，也就了解了系统设计的基础知识，为今后的开发工作打下基础。GNU的开发工具都是免费的，遵循GPL协议，任何人都可以从网上获取。笔者参与了一个基于ARM平台的嵌入式Linux系统开发，采用的是摩托罗拉龙珠系列的MC928MX1。从测试代码、引导程序、嵌入式Linux移植、应用程序、图形界面都可以用GNU工具进行开发，不需要在开发工具上做额外的投入。本文所介绍的开发方法同样适用于其它公司的基于ARM的产品。

1 硬件平台 MC928MX1

（以下简称MX1）是摩托罗拉公司基于ARM核心的第一款MCU，主要面向高端嵌入式应用。内部采用ARM920T内核，并集成了SDRAM/Flash、LCD、USB、蓝牙（bluetooth）、多媒体闪存卡（MMC）、CMOS摄像头等控制器。关于MX1的详细资料，感兴趣的读者可以参考<http://www.motorola.com.cn/semiconductors/>。作为应用开发的最小系统必须包括RAM（程序运行空间）、Flash（存放目标代码）和串行接口（用于调试和下载程序）。MX1提供了6个片选端（CS0~CS5），内置了SDRAM控制器，数据宽度32位。在笔者的系统中采用了2片8M×16位的SDRAM和2片4M×16位的同步Flash存储器，分别接入数据线的低16位和高16位，如图1所示。图1中SDRAM接片选端CS2，Flash接片选端CS3，其余为SDRAM/Flash的控制信号。最小系统还包括至少1个串行接口，可以采用MX1内置的UART控制器，图略。

2 自举模式

目前，许多嵌入式处理器都提供了自举模式（Bootstrap），供用户写入引导代码。自举模式利用了固化

在芯片内部的一段引导程序，当处理器复位时，如果在特定引脚上加信号，则处理器将在复位后执行固化ROM中的程序。例如，MX1提供了4条复位引脚，复位时引脚不同的电平组合可以从不同的片选端启动系统。自举ROM中的程序完成串口的初始化，然后等待用户从串口写入用户代码。自举模式所能接受的是一种专门格式的文本文件，包括数据和要写入/读出的地址。关于自举模式的代码格式，可参考相关芯片的手册。在摩托罗拉的网站还提供了许多小工具，帮助开发者将其它格式的文件转换成为自举模式格式。通过自举模式下载的通常是一段和上位机软件（如超级终端）通信的程序，完成接收数据并写入Flash的操作。写入的数据可以是用户自己的应用程序、数据或者操作系统的内核。通过自举模式下载的引导程序同样可以用GNU工具开发。3 GNU的编译器和开发工具 GNU提供的编译工具包括汇编器as、C编译器gcc、C编译器g、连接器ld和二进制转换工具objcopy。基于ARM平台的工具分别为arm-linux-as、arm-linux-gcc、arm-linux-g、arm-linux-ld和arm-linux-objcopy。GNU的所有开发工具都可以从www.gnu.org上下载，基于ARM的工具可以从www.uclinux.org获得。GNU的编译器功能非常强大，共有上百个操作选项，这也是这类工具让初学者头痛的原因。不过，实际开发中只需要用到有限的几个，大部分可以采用缺省选项。GNU工具的开发流程如下：编写C、C语言或汇编源程序，用gcc或g生成目标文件，编写连接脚本文件，用连接器生成最终目标文件（elf格式），用二进制转换工具生成可下载的二进制代码。GNU工具都运行在Linux下，开发者需要1台运行Linux的PC作为上位机。由于篇幅所限，不能完

整地介绍整个嵌入式操作系统的开发过程，将以第二节中提到的通过自举模式下载的引导程序为例，说明开发的过程。对于像Linux这样的大系统，基本的开发流程是一样的。引导程序将通过自举模式下载到MX1的片内RAM，从地址0x00300000开始并执行。完成串口和SDRAM的初始化后，引导程序将等待接收应用程序或操作系统内核，将接收到的数据放在SDRAM中。数据接收完毕后，引导程序将SDRAM中的数据写入Flash，下一次就可以从Flash中直接引导系统了。由于操作系统的内核比较大，如Linux有1 MB以上，下载过程必须考虑纠错。因此，接收部分采用Xmode协议，可以用Windows下超级终端的Xmode发送方式发送文件。100Test下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com