

“十二五”  
国家重点图书出版规划项目

ARM公司鼎力推荐

# 嵌入式 Linux

## 开发实用教程

朱兆祺 李强 袁晋蓉 编著

U-boot-2013.04

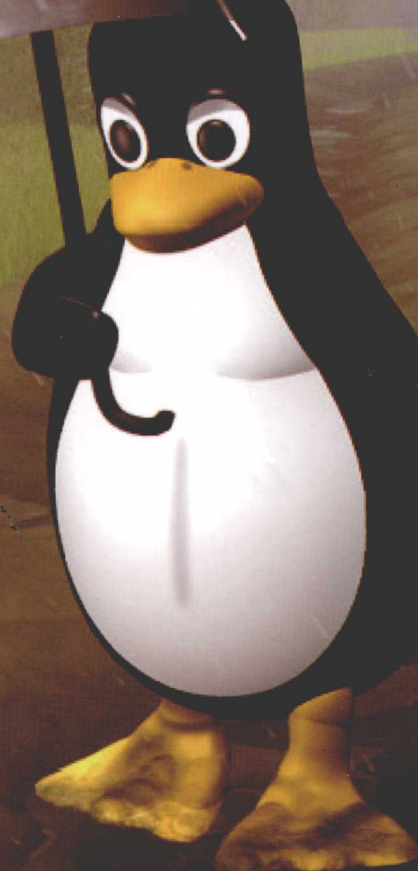
Linux-3.8.3

Qt-4.8.4  
设备驱动

基于ARM11，深入浅出

U-Boot-2013.04 + Linux-3.8.3 + Qt-4.8.4

立足初学者，快速入门



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

多媒体教学光盘，总容量达10.9GB  
与本书全程同步的40堂视频教学课  
总时长达12.9小时

014032635

“十二五”  
国家重点图书

TP316.85  
44

# 嵌入式 Linux 开发实用教程

朱兆祺 李强 袁晋蓉 编著



北航

C1720591

人民邮电出版社  
北京

P  
TP316.85

44

图书在版编目 (C I P) 数据

嵌入式Linux开发实用教程 / 朱兆祺, 李强, 袁晋蓉  
编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 4  
ISBN 978-7-115-33483-1

I. ①嵌… II. ①朱… ②李… ③袁… III. ①  
Linux操作系统—程序设计—教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第254297号

## 内 容 提 要

嵌入式Linux是将日益流行的Linux操作系统进行裁剪修改,使之能在嵌入式计算机系统上运行的一种操作系统。既继承了Internet上无限的开放源代码资源,又具有嵌入式操作系统的特性,其优势及应用已获得众多企业的青睐。

本书以一个嵌入式Linux学习者的角度,由浅入深地总结了从入门到进行项目工程实践的所有学习历程,旨在帮助读者快速入门,以实例为导向扎实掌握嵌入式开放技术。全书共分6章,主要内容包括嵌入式Linux基础、U-Boot移植、Linux移植、Linux驱动程序、Qt移植和程序设计以及举一反三的综合拓展学习。由于嵌入式Linux是一门非常复杂的软件技术,入门较难,因此借以此书为自学者提供一条成功入门的捷径。本书光盘包含了作者在本书基础上录制的40集学习视频,涵盖嵌入式Linux基础、U-Boot移植、Linux移植、Linux驱动程序设计、Qt移植等。本书的所有程序以及源码都在光盘中,读者可自行参考。

本书内容详实,结构明确,适合作为初学者的课程教材,也可作为嵌入式系统爱好者的自学参考资料。

---

◆ 编 著 朱兆祺 李 强 袁晋蓉

责任编辑 俞 彬

责任印制 程彦红 焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.75

字数: 415千字

印数: 1—3500册

2014年4月第1版

2014年4月北京第1次印刷

---

定价: 45.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

## 来自 ARM 的问候与推荐

ARM Holdings 是全球领先的半导体知识产权 (IP) 提供商, 并因此在数字电子产品的开发中处于核心地位。ARM 的总部位于英国剑桥, 2000 多名员工分布在全球多个国家和地区。ARM 公司成立于 1990 年, 目前已有超过 250 家公司在 ARM 处理器 IP 的基础上开发出了数以百计的各类芯片, 至今已累计出货超过 300 亿颗, 平均算下来地球上每个人都可以分得 4 颗 ARM “芯”。由于 ARM “芯”在各领域的广泛应用及 ARM 生态中丰富的资源, 目前基本上所有的主流操作系统都提供了对 ARM 架构 CPU 的支持。目前, ARM 技术已在 90% 的智能手机、80% 的数码相机以及 28% 的电子设备中得到应用。

很高兴看到本书的出版。在嵌入式开发和教学中, 软件的比重无疑变得越来越大。不同于 PC 上的软件开发, 嵌入式软件开发者需要对硬件平台和操作系统具有一定的了解。对硬件平台和操作系统的选择经常困扰着很多人特别是初学者。本书作者结合自己的点滴经验为读者们做出了一个很好的范例。三星公司推出的基于 ARM 1176JZF-S 内核的 S3C6410 处理器, 直至今日在工程项目和教学实践中仍被广泛采用; 软件方面, Linux 仍是嵌入式系统中的首选操作系统之一。

本书循序渐进, 从 Linux 基础开始, 覆盖了 U-Boot 移植、Linux 移植、驱动开发等方面, 并在最后以一个实际的系统设计为例, 进行实战演练, 对全书的内容进行巩固。

书的目标是帮助初学者快速进入嵌入式 Linux 学习的大门, 听闻已有高校准备采用本书作为实验课教程, 相信广大的同学和嵌入式的爱好者们一定能够从本书中获益。也预祝您在嵌入式的学习和开发中获得更多的乐趣并取得成功。

时昕 博士

ARM 公司中国区大学计划经理

2013 年 12 月



## 推 荐 序

随着平板电脑与手机,乃至网络化电视等智能化电子产品的蓬勃发展,嵌入式系统及其应用获得了众多企业的青睐,以 ARM+Android 的嵌入式系统成为当今 IT 领域最热门的技术之一。Android 是基于 Linux 内核的操作系统,要掌握 Android 的开发与应用,当然要先学好嵌入式 Linux。但是嵌入式 Linux 是一门非常复杂的软件技术,入门较难,初学者在自学过程常常感到困惑,导致无法掌握,甚至不得不半途而废。

虽然讲授嵌入式 Linux 的书千千万万,但多数是专家、学者们的专著,或者是培训机构的教材。而这本书则是以一个嵌入式 Linux 学习者的角度,总结在自学嵌入式 Linux 过程中的种种体会,也是为众多苦苦跋涉在嵌入式 Linux 学习途中的自学者,描述成功入门的捷径。

学习嵌入式 Linux 目的是为了应用,因而作者从 U-Boot 移植入手,为初学者剖析 U-Boot 移植的难题,进而学习 Linux 驱动程序,然后通过 Qt 图形用户界面应用程序框架的学习,告诉初学者如何建立图形用户界面,以及实现嵌入式 Linux 在 ARM 系统中的应用。

特别要指出的是,该书的两位年轻作者,在江西理工大学自动化专业读书期间,专业课程中并没有关于 Linux 的课程,但是他们却能够独立进行研读 Linux 并对学习经验进行总结,为这本书今天的成型奠定基础。这不仅凝聚了他们在课余无数个日夜学习的艰辛,也说明了高等工科教育改革的成功。因为从入学起,和许许多多专业学生不一样的是,他们第一个学期已经开始学习“从晶体管到单片机”,第二个学期已经学完了 ARM 嵌入式系统与  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  嵌入式操作系统。早期工程教育为后三年的“基于项目的学习”打下了坚实基础。

2006 年起,学校与国内著名的嵌入式系统企业——广州周立功单片机科技有限公司通力合作,启动了“3+1”创新教育改革。在“面向工程、项目驱动、能力培养、全面发展”的教育改革理念的指导下,探索实施有效的高等工程教育的新路。每个自动化专业学生在国家级人才培养模式创新试验区(配备全套的计算机、电子仪器及嵌入式系统开发平台),可以日以继夜地学习自动化与嵌入式系统技术,暑期再前往公司强化嵌入式技术能力,大四再到企业进行一年的嵌入式系统工程实训(国家卓越工程师教育培养计划)。所以说,虽然他们当时不过是大三和大四的学生,却拥有在嵌入式技术领域 3~4 年的实践经验,在这个年轻与日新月异的技术领域,可以说是熟手了。

王祖麟

江西理工大学电气学院副院长

江西理工大学“3+1”创新教育创始人

2013 年 12 月

# 前 言

2012 年 11 月,当我看到论坛中的同龄大学生在学习嵌入式 Linux 寸步难行,我就计划将我的学习嵌入式 Linux 的点点滴滴记录下来,从一个学生的角度去写,或许更能让初学者接受。2013 年 1 月,当写完初稿再重新审视的时候,总感觉不尽如意。2013 年 3 月,我联系了我的师弟李强,两人打算以一个全新的思维重新完成这本书。

2013 年 6 月,书稿终于定型。

本书一共有 6 章,从 Linux 指令基础到 Linux 常用软件;从 U-Boot 移植到 Linux 移植;从 Linux 驱动程序设计到 Qt 应用程序设计,全方位解析作为一个初学者该如何快速踏入嵌入式 Linux 学习的大门。

这本书大体结构如下:

第 1 章嵌入式 Linux 基础,为了让还没有接触过或者不太熟悉 Linux 的读者进一步认识 Linux,介绍了两个在嵌入式 Linux 学习中使用频率很高的软件。有了这一章的知识作铺垫,后续的学习将更加顺畅。

第 2 章 U-Boot-2013.04 分析与移植,本章覆盖 U-Boot 启动分析、SD 卡启动、NAND Flash 启动移植、DM9000 网卡移植等内容。笔者从 SD 卡启动到 NAND Flash 启动,解开众多厂家不愿公开的技术点。对于初学者来说,U-Boot 的移植无疑是一座大山,笔者将一步步揭开 U-Boot 的神秘面纱。

第 3 章 Linux-3.8.3 内核移植,本书采用最新内核,涉及 Linux 内核分析、NAND Flash 移植、DM9000 网卡移植、LCD 液晶屏移植、YAFFS2 文件系统制作等知识。从 OK6410 的内核移植,让初学者对 Linux 有个较为深入的了解和认识。

第 4 章 Linux 设备驱动程序设计,笔者截取了较为经典的字符设备驱动和块设备驱动程序对这部分知识进行讲解,给初学者在往后学习 Linux 设备驱动知识和从事 Linux 设备驱动工程师奠定扎实的基础。

第 5 章 Qt-4.8.4 移植,Qt4.8.4 在 Qt 的发展具有重要地位,本章将带领读者将 Qt4.8.4 版本移植到 OK6410 开发板以及学习 Qt 程序的编写方法。

第 6 章嵌入式 Linux 学习拓展,笔者将前 5 章知识进行进一步拓展,所谓温故而知新、举一反三。

本书根据 6 章的内容分别录制了视频,联合 OK6410-A 开发板进行实验,一步一步带领读者深入学习。书中每一节内容都已经标注相对应的视频位置,请读者自行观看。

通过本书的学习,作者不能保证每一位读者都能成为嵌入式高手;但是我相信,一定可以带领初学者进入嵌入式的大门。

完成本书的学习其实很简单:将少买一件衣服的钱买一块开发板,将每天玩游戏的 1 小时用于跟随本书一步步进行学习,我相信,3 个月之后,你一定可以成功跨入嵌入式的大门。



在此感谢江西理工大学王祖麟教授大学四年对我的言传身教，并为本书作序；感谢 ARM 公司中国区大学计划经理时昕博士为本书撰写推荐序；感谢我的父母 22 年来对我含辛茹苦的培养；感谢我女朋友对我一直以来的关心和照顾。参与本书创作的还有谢贤斌、温如春、吴银凤、刘晖、张子明（飞凌嵌入式工程师），为本书做出宣传的电子发烧友陈锋和钱珊珊，在此对他们一并表示感谢。

笔者能力有限，如果有错误之处，还请各位读者指出。笔者邮箱：jxlgzq@163.com 和 jxustlq@163.com。笔者在 2013 年 1 月建立了嵌入式 Linux 学习手册 QQ 群：284013595、271641475。欢迎各位读者入群进行学习讨论。有关嵌入式 Linux 实用教程的相关视频、资料、软件、源代码、程序和 C 语言学习资料将在以下百度网盘中进行更新。

百度网盘 1:

<http://pan.baidu.com/share/link?shareid=3412947033&uk=1242133881>

百度网盘 2:

<http://pan.baidu.com/share/link?shareid=135537395&uk=3996269986>

百度网盘 3:

<http://pan.baidu.com/share/link?shareid=170064468&uk=3693641046>

百度网盘 4:

<http://pan.baidu.com/share/link?shareid=216899223&uk=2165231688>

百度网盘 5:

<http://pan.baidu.com/share/link?shareid=302245753&uk=3592819552>

这五个网盘资料相同，读者可择优下载。

朱兆祺

2013 年 12 月

# 目 录

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 嵌入式 Linux 基础</b> .....         | 1  |
| 1.1 Linux 基本命令 .....                    | 2  |
| 1.1.1 文件属性查询与修改 .....                   | 2  |
| 1.1.2 目录与路径处理命令 .....                   | 3  |
| 1.1.3 文件操作 .....                        | 5  |
| 1.1.4 打包与解包、压缩与解压缩 .....                | 6  |
| 1.2 Makefile 基本知识 .....                 | 8  |
| 1.2.1 Makefile 规则 .....                 | 8  |
| 1.2.2 Makefile 变量 .....                 | 8  |
| 1.2.3 Makefile 常用关键字 .....              | 10 |
| 1.2.4 Makefile 常用函数 .....               | 12 |
| 1.3 arm-linux 交叉编译链 .....               | 13 |
| 1.3.1 arm-linux 交叉编译工具链的制作方法 .....      | 14 |
| 1.3.2 交叉编译链在宿主机上的安装 .....               | 23 |
| 1.4 映像文件的生成和运行 .....                    | 24 |
| 1.4.1 编译过程 .....                        | 24 |
| 1.4.2 代码搬运 .....                        | 31 |
| 1.4.3 混合编程 .....                        | 32 |
| 1.5 嵌入式 Linux 移植常用软件 .....              | 34 |
| 1.5.1 SecureCRT .....                   | 34 |
| 1.5.2 Source Insight .....              | 35 |
| <b>第 2 章 U-Boot-2013.04 分析与移植</b> ..... | 39 |
| 2.1 BootLoader 概述 .....                 | 40 |
| 2.2 U-Boot 初步分析 .....                   | 40 |
| 2.2.1 源码结构 .....                        | 41 |
| 2.2.2 建立模板 .....                        | 41 |
| 2.2.3 编译源码 .....                        | 46 |



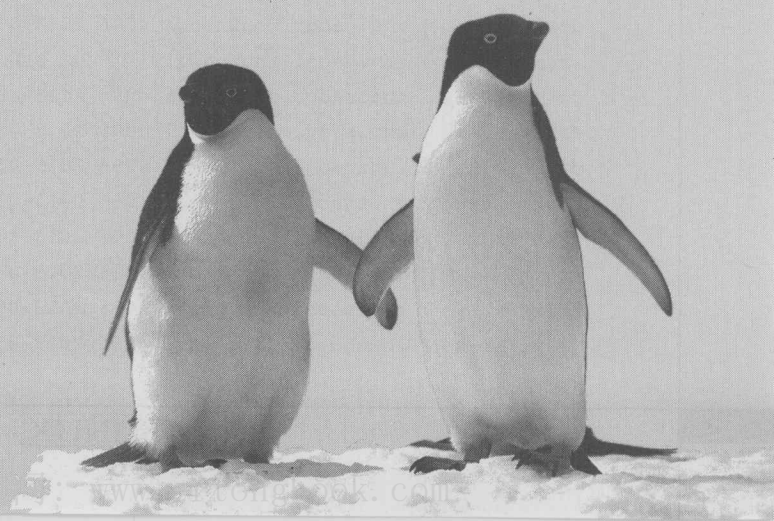
|       |                                |     |
|-------|--------------------------------|-----|
| 2.2.4 | 启动分析                           | 49  |
| 2.3   | SD/MMC 设备移植                    | 68  |
| 2.3.1 | IROM 启动的概念                     | 68  |
| 2.3.2 | 实现 SD 卡启动                      | 71  |
| 2.3.3 | SD/MMC 驱动移植                    | 78  |
| 2.3.4 | 环境变量                           | 88  |
| 2.4   | U-Boot 命令实现                    | 89  |
| 2.4.1 | 命令概述                           | 89  |
| 2.4.2 | 实现原理                           | 90  |
| 2.4.3 | 新增命令                           | 94  |
| 2.5   | NAND Flash 设备移植                | 95  |
| 2.5.1 | NAND Flash 的结构                 | 95  |
| 2.5.2 | 控制器的特性                         | 97  |
| 2.5.3 | NAND Flash 驱动移植                | 100 |
| 2.5.4 | nand_spl 启动原理                  | 110 |
| 2.5.5 | nand_spl 启动实现                  | 118 |
| 2.6   | DM9000 网卡移植                    | 120 |
| 2.6.1 | 修改配置文件                         | 120 |
| 2.6.2 | 增加驱动代码                         | 121 |
| 2.6.3 | 配置 TFTP 服务器                    | 123 |
| 第 3 章 | Linux-3.8.3 内核移植               | 125 |
| 3.1   | Linux 内核简介                     | 126 |
| 3.2   | 初步测试内核                         | 128 |
| 3.2.1 | mkimage 工具                     | 128 |
| 3.2.2 | 配置 menuconfig                  | 129 |
| 3.2.3 | 加载地址和入口地址                      | 135 |
| 3.2.4 | TFTP 测试内核                      | 141 |
| 3.2.5 | 内核启动分析                         | 142 |
| 3.3   | MTD 分区                         | 148 |
| 3.4   | NAND Flash 驱动移植                | 150 |
| 3.5   | DM9000 网卡驱动                    | 155 |
| 3.6   | YAFFS2 根文件系统                   | 156 |
| 3.6.1 | 使 Linux-3.8.3 内核支持 YAFFS2 文件系统 | 156 |

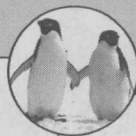
|       |                               |     |
|-------|-------------------------------|-----|
| 3.6.2 | 制作根文件系统 .....                 | 160 |
| 3.6.3 | NFS 文件系统挂载 .....              | 169 |
| 3.7   | LCD 驱动移植 .....                | 175 |
| 3.7.1 | LCD 显示驱动 .....                | 176 |
| 3.7.2 | LCD 触摸驱动 .....                | 181 |
| 第 4 章 | Linux 设备驱动程序设计 .....          | 187 |
| 4.1   | 设备驱动概述 .....                  | 188 |
| 4.2   | 字符设备驱动 .....                  | 188 |
| 4.2.1 | LED 驱动程序设计 .....              | 188 |
| 4.2.2 | ADC 驱动程序设计 .....              | 201 |
| 4.3   | 块设备驱动 .....                   | 209 |
| 4.3.1 | 块设备操作 .....                   | 209 |
| 4.3.2 | 块设备驱动程序 .....                 | 217 |
| 第 5 章 | Qt-4.8.4 移植 .....             | 224 |
| 5.1   | Qt 概述 .....                   | 225 |
| 5.2   | Qt 编译环境搭建 .....               | 225 |
| 5.2.1 | tslib 安装 .....                | 225 |
| 5.2.2 | 安装 Linux/x11 版 Qt-4.8.4 ..... | 228 |
| 5.2.3 | 安装 embedded 版 Qt-4.8.4 .....  | 230 |
| 5.2.4 | 安装 Qt Creator .....           | 231 |
| 5.3   | 初体验 Hello Word .....          | 233 |
| 5.4   | 字符设备驱动 Qt 应用程序 .....          | 238 |
| 5.4.1 | 基于 Qt-4.8.4 的 LED 应用程序 .....  | 238 |
| 5.4.2 | 基于 Qt-4.8.4 的 ADC 应用程序 .....  | 242 |
| 第 6 章 | 嵌入式 Linux 学习拓展 .....          | 246 |
| 6.1   | 学习拓展简介 .....                  | 247 |
| 6.2   | Linux 驱动程序设计 .....            | 247 |
| 6.2.1 | 温度传感器模块 .....                 | 247 |
| 6.2.2 | GPRS 模块 .....                 | 254 |
| 6.3   | Qt 应用程序设计 .....               | 256 |
| 6.3.1 | DS18B20 温度传感器 .....           | 256 |

# LINUX

## 第1章

### 嵌入式Linux基础





# 1.1 Linux 基本命令

在学习嵌入式 Linux 开发的过程中，将经常使用到 Linux 的操作命令。实际上，Linux 系统中的命令也是为实现特定的功能而编写的，而且绝大数的命令是用 C 语言编写的。有些实用性强的程序被广泛使用和传播，逐渐地演变成 Linux 的标准命令。但是 Linux 的操作命令繁多，本节将在 U-Boot、Linux 移植过程中常用到的 Linux 操作命令罗列出来进行讲解，为后续的学习做良好的铺垫。读者不要认为这是 Linux 简单命令则不屑一顾，嵌入式 Linux 学习是一个漫长的过程，循序渐进方能有所成就，这个过程是由每一小步累加而成的。天下难事，必作于易；天下大事，必作于细。所以读者务必要对待学习的每一个细节。

## 1.1.1 文件属性查询与修改

### 1. 文件属性查询

“ls”命令在 Linux 目录中占据着重要地位，主要用于查看文件属性、查看目录下所包含的文件等。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/Linux/busybox-1.20.2/_install$ ls
bin          dev home linuxrc proc sbin tmp var
creat_yaffs2.sh  etc lib  mnt      root sys  usr
```

通过“ls”命令可查看 \_install 目录下有哪些东西。如果要进一步查看文件属性，则使用“ll”命令或者“ls -al”命令，这两个命令是等效的。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/Linux/busybox-1.20.2/_install$ ll
总用量 64
drwxr-xr-x 15 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 .
drwxr-xr-x 35 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 15:34 ..
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 15:34 bin
-rw-r--r-- 1 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 393 2013-03-17 16:32 creat_yaffs2.sh
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 dev
drwxr-xr-x 3 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 21:01 etc
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 home
drwxr-xr-x 3 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-18 09:57 lib
lrwxrwxrwx 1 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 11 2013-03-17 15:34 linuxrc -> bin/busybox
drwxr-xr-x 5 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 mnt
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 proc
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 root
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 15:34 sbin
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 sys
drwxrwxrwx 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 tmp
drwxr-xr-x 7 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 usr
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-17 16:33 var
```

这样每一个文件的属性将一目了然，而属性中的每一个数据都有特定的含义，如表 1.1 所示。

表 1.1 文件属性含义

|            |     |           |           |      |                  |      |
|------------|-----|-----------|-----------|------|------------------|------|
| drwxr-xr-x | 2   | zhuzhaoqi | zhuzhaoqi | 4096 | 2013-03-17 15:34 | bin  |
| 文件权限       | 连接数 | 文件所有者     | 文件所属用户组   | 文件大小 | 文件最后一次被修改的时间     | 文件名称 |

其中文件权限的 10 个字符的含义如表 1.2 所示。

表 1.2 文件权限含义

| 文件类型 | 文件所有者的权限 |    |     | 文件所属用户组的权限 |     |     | 其他人对此文件的权限 |     |     |
|------|----------|----|-----|------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| d    | r        | w  | x   | r          | -   | x   | r          | -   | x   |
| 目录   | 可读       | 可写 | 可执行 | 可读         | 无权限 | 可执行 | 可读         | 无权限 | 可执行 |

因此/bin 目录的文件权限是：文件所有者对/bin 目录可读可写可执行，文件所属用户组对/bin 目录可读不可写可执行，其他人对/bin 目录可读不可写可执行。

当对某个文件进行操作，要特别注意这个文件是否具有将要进行操作的权限。如果我们所在的用户组没有操作权限而又得进行操作，此时就得修改文件的权限。

2. 文件权限修改

“chmod”命令的作用是变更一个文件的权限。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/include$ ll
总用量 8
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-18 22:02 ./
drwxr-xr-x 3 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-18 22:07 ../
-rw-r--r-- 1 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 0 2013-03-18 22:02 s3c6410.h
```

从上一小节可知，“drwxr-xr-x”除了“d”是文件类型，剩下 9 个字符划分成 3 组，表示 3 个用户组的使用权限。而在 Linux 系统中，每一个用户组的 3 个字母分别可用数字进行描述其权限，r:4、w:2、x:1、-:0，将每一组的数字进行相加，即得到这组用户的权限。例如上面 s3c6410.h 的权限是：rw-r--r--，那么每一用户组权限分别是：6、4、4，那么组合起来即为 644。每个文件的最高权限为 777。

给予 s3c6410.h 最高权限，如下：

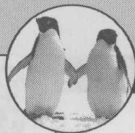
```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/include$ chmod 777 s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/kernel/include$ ll
总用量 8
drwxr-xr-x 2 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-18 22:02 ./
drwxr-xr-x 3 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 4096 2013-03-18 22:07 ../
-rwxrwxrwx 1 zhuzhaoqi zhuzhaoqi 0 2013-03-18 22:02 s3c6410.h*
```

通过“chmod”更改权限命令可以看到 s3c6410.h 的权限是最高权限。

1.1.2 目录与路径处理命令

1. 切换目录

“cd”命令的作用是从当前目录切换到另一个目录下。如从用户根目录进入/linux 目录下，如



下操作:

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~$ cd linux/  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$
```

## 2. 创建新目录

“mkdir”命令的作用是创建一个新的目录, 如在/linux 目录下再创建一个/linux-3.8.3 子目录, 如下操作:

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ mkdir linux-3.8.3  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls  
linux-3.8.3
```

mkdir 的用法很多, 可以通过输入 `mkdir --help` 查看, 如下:

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~$ mkdir --help
```

用法: mkdir [选项]... 目录...

若指定目录不存在则创建目录

长选项必须使用的参数对于短选项时也是必需使用的

-m, --mode=模式 设置权限模式(类似 chmod), 而不是 rwxrwxrwx 减 umask

-p, --parents 需要时创建目标目录的上层目录, 但即使这些目录已存在也不当作错误处理

-v, --verbose 每次创建新目录都显示信息

-Z, --context=CTX 将每个创建的目录的 SELinux 安全环境设置为 CTX

--help 显示此帮助信息并退出

--version 显示版本并退出

mkdir -p 这个指令在 U-Boot 和 Linux 内核源码中的 Makefile 中的使用是相当频繁的。

## 3. 删除目录

如果是删除一个空目录, 则使用“rmdir”命令即可; 如果该目录下有东西, 则不能使用“rmdir”命令删除。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/linux-3.6.7$ ls  
arch  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/linux-3.6.7$ cd ..  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls  
linux-3.6.7 linux-3.8.3  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ cd linux-3.8.3/  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/linux-3.8.3$ ls  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux/linux-3.8.3$ cd ..  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls  
linux-3.6.7 linux-3.8.3  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ rmdir linux-3.8.3/  
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls  
linux-3.6.7
```

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ rmdir linux-3.6.7/
rmdir: 删除 "linux-3.6.7/" 失败: 目录非空
```

从上面操作可知, 由于/linux-3.8.3 目录为空, 则可使用“rmdir”删除; 但是/linux-3.6.7 目录下有一个子目录/arch, 则不能使用“rmdir”删除。此时则应该使用“rm -r”命令删除。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
linux-3.6.7
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls linux-3.6.7/
arch
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ rm -r linux-3.6.7/
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$
```

通过“ls”命令可知, linux 目录下的 linux-3.6.7/目录以及被删除。

## 1.1.3 文件操作

### 1. 新建文件

新建一个文件可以使用“vim”命令, 但是使用“vim”命令退出打开的文件时需要保存退出, 否则会视为没有创建文件。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ vim s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
s3c6410.h
```

### 2. 复制文件

复制文件命令为“cp”。如下:

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ cp s3c6410.h include/
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls include/
s3c6410.h
```

如果要复制并且重命名, 如下操作:

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include kernel s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ cp s3c6410.c include/s3c6400.c
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls include/
s3c6400.c s3c6410.h
```

当复制目录时, 使用“cp -r”命令。如下:



```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include kernel s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls kernel/
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ cp -r include/ kernel/
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include kernel s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls kernel/
include
```

### 3. 移动文件

移动一个文件则使用“mv”命令，如下：

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include kernel s3c6410.c s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ mv s3c6410.c kernel/
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls
include kernel s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ ls kernel/
include s3c6410.c
```

编辑一个文件，建议使用“gedit”命令或者“vim”命令。

```
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ gedit s3c6410.h
zhuzhaoqi@zhuzhaoqi-desktop:~/linux$ vim s3c6410.c
```

## 1.1.4 打包与解包、压缩与解压缩

熟悉打包与解包、压缩与解压缩的操作命令是操作 Linux 文件的必备技能。Linux 下的打包与解包、压缩与解压缩的操作命令种类繁多，本节截取常用的 8 个格式进行讲解。本节中，FileName 是指打包、压缩之后的文件名，DirName 是指待打包、压缩的文件名。

### (1) .tar 格式

单纯的 tar 功能其实仅仅是打包而已，也就是说将很多文件集成为一个文件，并没有进行压缩。

```
解包: tar xvf FileName.tar
打包: tar cvf FileName.tar DirName
```

### (2) .gz 格式

GZIP 最早由 Jean-loup Gailly 和 Mark Adler 创建，用于 UNIX 系统的文件压缩。在 Linux 中经常会碰到后缀名为.gz 的文件，它们的原型即是 GZIP 格式。

```
解压 1: gunzip FileName.gz
解压 2: gzip -d FileName.gz
压缩: gzip FileName
```

### (3) .tar.gz 格式和.tgz 格式

以.tar.gz 和.tgz 为后缀名的压缩文件在 Linux 和 OSX 下是非常常见的, Linux 和 OSX 都可以直接解压使用这种压缩文件。

```
解压: tar zxvf FileName.tar.gz
压缩: tar zcvf FileName.tar.gz DirName
```

### (4) .bz2 格式

压缩生成后缀名为.bz2 的压缩算法使用的是“Burrows-Wheeler block sorting text”, 这类算法压缩比率比较高。

```
解压 1: bzip2 -d FileName.bz2
解压 2: bunzip2 FileName.bz2
压缩: bzip2 -z DirName
```

这里需要注意的是, 当执行压缩指令之后, 将会生成 FileName.bz2 压缩文件, 同时 DirName 文件将会自动删除。

### (5) .tar.bz2 格式

bzip2 是一个压缩能力非常强的压缩程序, 以.bz2 和.tar.bz2 为后缀名的压缩文件都是 bzip2 压缩的结果。

```
解压: tar jxvf FileName.tar.bz2
压缩: tar jcvf FileName.tar.bz2 DirName
```

### (6) .Z 格式

compress 是一个相当古老的 UNIX 压缩指令, 压缩后的文件是以.Z 作为后缀名。

```
解压: uncompress FileName.Z
压缩: compress DirName
```

### (7) .tar.Z 格式

这个压缩格式可以认为是.tar 打包加上.Z 压缩。

```
解压: tar Zxvf FileName.tar.Z
压缩: tar Zcvf FileName.tar.Z DirName
```

### (8) .zip 格式

因为格式开放而且免费, 越来越多的软件支持打开 Zip 文件。

```
解压: unzip FileName.zip
压缩: zip FileName.zip DirName
```

以上 8 种打包压缩算法都有所区别, 最终导致的结果是压缩时间和压缩大小不一样。每一种压缩格式都有其优势和不足, 在何种场合应该使用何种压缩格式就得视实际情况而定了。

在程序设计当中, 空间换取时间、时间换取空间的现象是非常常见的一种方法。比如在单片机的 LED 跑马灯中, 经常使用在数组中取出想要的花样, 这就是空间换取时间。