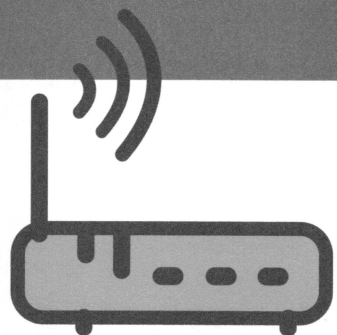


I'M MAKER  
创客



# OpenWrt

## 智能路由系统开发

跟 hoowa 学智能路由

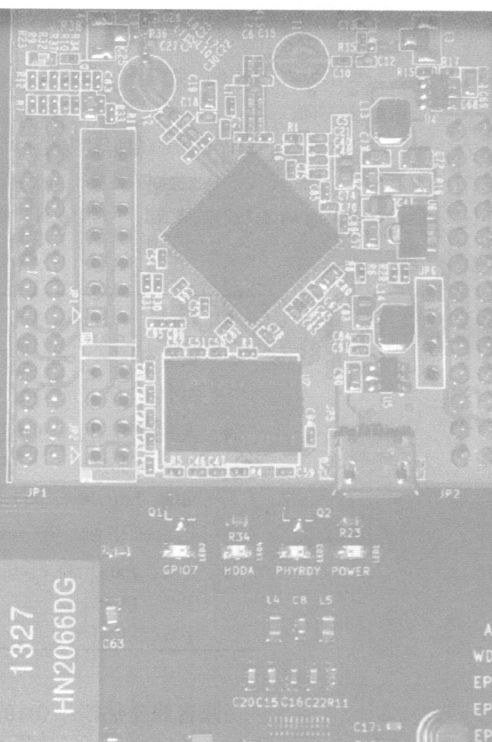
王伟 孙冰 刘龙 著

EEQEE 极企

WRTnode

MakerRouter

MR808 U02



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

OpenWrt智能路由系统开发：跟hoowa学智能路由 / 王伟, 孙冰, 刘龙著. — 北京：人民邮电出版社, 2018. 3

(i创客)

ISBN 978-7-115-47711-8

I. ①O… II. ①王… ②孙… ③刘… III. ①Linux操作系统—应用—路由器—系统开发 IV. ①TP316.85 ②TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第002679号

## 内 容 提 要

本书汇集了各类基于OpenWrt系统的路由器、物联网、智能家居方向的技能和行业内知名企业的技术经验。本书区别于传统嵌入式系统书籍，并没有一上来就介绍那些晦涩的软硬件知识，本书所介绍的内容门槛更低，更适合读者循序渐进地完成学习。书中使用更轻松的表达方式，让读者开开心心就可以完成智能路由器的开发。

由于路由器大量采用了开源操作系统，哥伦比亚大学法学院教授Eben Moglen向路由器厂商提出了开源路由器系统部分的要求，就这样，2004年OpenWrt诞生了White Russian版，之后每一两年便发布一个最新的版本。今天，OpenWrt系统在智能路由器行业已是事实性标准，大量的芯片厂商及路由器厂商（包括小米、极路由、极企科技等知名互联网科技企业）均采用该系统作为路由器或智能家居控制中心，即使宣称没有使用OpenWrt的厂商，也多是在该系统基础之上进行了业务定制。

OpenWrt作为开源组织采取松散管理，很难找到一份比较系统的专业技术文档用于爱好者学习。因此2012年由hoowa发起、众多资深技术“大神”参与的“跟hoowa学智能路由”在线培训开始启航，本书所有内容均原滋原味来源于此。本书遵循“学中做，做中学”的理念，将内容分为19章，读者可以跟着本书内容，边学边做，最终完成一个智能路由器的开发。

本书主要从OpenWrt这个系统的角度来介绍，但书中内容绝不局限于路由器本身，通过阅读本书，读者可以掌握智能家居、智能玩具、工业控制等各类不同设备的玩法。本书适合计算机或电子类相关学生、从事IT行业的人员、智能设备或OpenWrt系统的发烧友、各智能设备厂商员工阅读。

---

◆ 著 王伟 孙冰 刘龙

责任编辑 周明

责任印制 周昇亮

◆ 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>

北京画中画印刷有限公司印刷

◆ 开本：700×1000 1/16

印张：15.25

2018年3月第1版

字数：332千字

2018年3月北京第1次印刷

---

定价：79.00元

读者服务热线：(010) 81055339 印装质量热线：(010) 81055316

反盗版热线：(010) 81055315

广告经营许可证：京东工商广登字 20170147号

# 关于本书

本书原名为《跟 hoowa 学做智能路由》，产生自 2014 年的春天，断断续续写了 3 年之久，在这过程中，有大量的好友参与。在爱好者的支持下，《跟 hoowa 学做智能路由》一共更新了 20 章，还建立了第一期在线学习版，吸引了大量的爱好者参加学习。我们在《跟 hoowa 学做智能路由》教程基础上对其进行了修改和完善，并重新审视了智能硬件、智能路由、智能家居、物联网之间的关联，协同“极企科技”等公司，共同推出了现在这本《OpenWrt 智能路由系统开发》。

智能路由这个行业的人才很少，希望本书可以帮助各种嵌入式开发工程师、热爱智能路由开发或想在这方面有所成就的读者。

## 读者对象

本书区别于传统嵌入式类书籍，并没有一上来就介绍那些晦涩的软硬件知识，这本书所介绍的内容门槛更低，更适合读者循序渐进地完成学习。书中使用更轻松的表达方式，让读者开开心心地完成智能路由的开发。

### 学做智能设备的几大误区：

(1) **需要具备硬件知识：**学习智能设备上的软件开发和硬件调试确实需要具备一定的硬件知识，但是所需具备的硬件知识非常非常少，少到几乎可以在几小时之内掌握，因此阅读本书的读者不需要事先具备硬件知识，但是我们希望读者具备良好的动手能力。

(2) **需要懂嵌入式开发，能写驱动程序：**完全不需要，本书中 Linux 相关的知识跟我们计算机上的大部分知识都是通用的，考虑到有很多读者连 Linux 都没有使用过，书中也加上了 Linux 部分的内容让读者学习。

(3) **需要具备多年的开发经验：**也是不需要的，本书推荐读者熟悉某种编程语言，这样可以方便理解各类知识，但是对编程语言以及平台没有任何要求，随便哪一种都可以，即使是 GWBASIC 这种语言都行。

## 推荐学习者类型：

本书主要从 OpenWrt 这个系统的角度进行介绍，但书中内容绝不局限于路由器本身，通过阅读、学习本书内容，读者可以掌握智能家居、智能玩具、工业控制等各类不同设备的玩法。

## 本书读者对象如下：

- 计算机或电子类相关学生
- 从事 IT 行业的人员
- 智能设备或 OpenWrt 系统的发烧友
- 各智能设备厂商员工

## 本书内容划分

本书遵循“学中做，做中学”的理念，将内容分为 19 章，读者可以跟着本书内容，边学边做，最终完成一个智能路由器的开发。

第 1 章 路由器概述：介绍了传统路由器与智能路由器以及它们的区别。

第 2 章 OpenWrt 介绍：介绍了什么是 OpenWrt、哪些产品用了 OpenWrt、OpenWrt 是如何支持路由器 CPU 的。

第 3 章 智能路由器硬件：介绍了 MIPS 处理器架构、国内常见路由的配置、常见路由器芯片厂商、MT7620 芯片、MR808MR808 开发板和 AXWRT 系统。

第 4 章 智能路由开发环境搭建：介绍了智能路由开发环境的搭建，包括虚拟机和操作系统的安装以及 SSH 远程登录。

第 5 章 基本知识：介绍了常用 Linux 命令、Vi 编辑器的使用和基础 Shell 编程。

第 6 章 OpenWrt 刷机：介绍了几种不同 OpenWrt 刷机方式，第一种是通过串口进入系统，第二种是 U-Boot 的 TFTP 刷机，第三种是 U-Boot 的 Web 刷机。

第 7 章 分区、外网与 OPKG：介绍了路由器上的分区、查看系统 MTD 的分区、文件系统、挂载情况查看分区、透明挂载 / 根目录、基本系统演示和 OPKG 软件包管理。

第 8 章 UCI 命令系统：介绍了 UCI 命令、UCI 文件、UCI 流程和文件语法以及 UCI 综合实例。

第 9 章 智能路由配置：介绍了网络配置文件、配置 WAN 口外网、配置 LAN 口服务、DHCP 服务以及如何连接外网。

第 10 章 防火墙与 UPnP：介绍了防火墙命令、防火墙配置和实现 UPnP。

第 11 章 时区、服务、SSH 与 SCP：介绍了信息和时区、服务管理、SSH 远程登录、SCP 文件复制。

第 12 章 存储器扩展：介绍了存储器扩展实现原理、存储器选型、rootfs\_data 数据迁移和挂载的注意事项。



第 13 章 网络存储与文件共享：介绍了 Windows 文件共享实现、FTP 文件共享实现。

第 14 章 智能路由器媒体中心：介绍了 USB 声卡驱动、安卓手机远程播放音乐、苹果 AirPlay 播放音乐。

第 15 章 智能路由器编程工具：介绍了 Web+PHP 建站系统、SQLite3 与 MySQL 数据库应用。

第 16 章 智能路由器服务软件：介绍了 VPN(PPTP) 服务器与客户端、USB 摄像头、迅雷远程下载、WiFiDog 广告路由。

第 17 章 编译定制 OpenWrt 固件：介绍了 OpenWrt 编译环境、OpenWrt 固件生成、OPKG 自定义软件仓库。

第 18 章 编译定制 IPK 软件包：介绍了 IPK 软件包与 OPKG 命令、IPK 软件包规范、mytest 简易软件包、软件包示例 xware、软件包示例 shairport 和 IPK 软件包杂说。

第 19 章 智能路由外设应用实例：介绍了 OpenWrt 对 LED、按钮和继电器的支持。

本书所有资源下载地址为：<http://www.maker1000.com/makerouter/>，此外，在各章节中还给出了具体网盘下载地址。

# OpenWrt 社区对 中国开发者寄语

I would like to say that, the OpenWrt project is very very happy about the work that takes place in China among the Chinese developers, and we are really like to see that they become more visibly access in the larger OpenWrt development, see more patches submitted, we would like see them talking more active part into discussion. And of course I know that there are some language barriers, but again that's something we can work with, so in that sense, I see a very positive relationship. And there is just one thing to do and to keep on doing the work and doing more of it in common.

我想说，很高兴看到 OpenWrt 项目在中国得到了开发者的广泛应用，希望看到你们更活跃地推动 OpenWrt 的发展，多向 OpenWrt 项目提交代码，踊跃参与在线讨论。尽管很多开发者可能存在语言障碍，但我很乐观。因为这都不是事儿，只要一起动手做，一定能有所斩获。

——OpenWrt 社区经理 Gregers Petersen

## 致谢

本书撰写离不开众多小伙伴的密切合作与大力支持，在此感谢以下公司（排名不分先后）：极企科技 [www.geeqee.com](http://www.geeqee.com)（本书所使用的定制版操作系统 AXWRT 的著作权所有者）、硬创邦 [www.ingchuang.com](http://www.ingchuang.com)（在线推广和发行）、[www.FlamingoEDA.com](http://www.FlamingoEDA.com)（首批 MR808 底板设计生产商）和 [www.WRTnode.com](http://www.WRTnode.com)（首批核心板生产商）。感谢几十人的工作团队、500 位爱好者作为最早的贡献者让本书得以顺利完成。还要感谢王明海先生对于本书 16.2 节~16.4 节贡献了大量内容，王明海先生是工业自动化和家庭智能路由器研发总监，从事嵌入式研发超过 10 年。

本书编写过程中还参考了大量嵌入式系统方面的书籍和资料，在此对相关作者表示感谢。书中难免存在遗漏和错误的地方，如读者发现有这方面的问题，请给予指出，必将采纳。我们的联系方式为 E-mail: [hoowa.sun@gmail.com](mailto:hoowa.sun@gmail.com)。





## CONTENTS

## 目录

<b>第 1 章</b> 路由器概述 .....	1	4.2 准备学习工具 .....	13
1.1 传统路由器 .....	1	4.3 安装 VirtualBox 虚拟机 .....	13
1.2 智能路由器 .....	1	4.4 在虚拟机中安装 Centos .....	17
1.3 传统路由器与智能路由器的 区别 .....	2	4.4.1 创建新虚拟主机 .....	17
<b>第 2 章</b> OpenWrt 介绍 .....	3	4.4.2 配置新虚拟机 .....	18
2.1 什么是 OpenWrt .....	3	4.4.3 安装 Centos 系统 .....	20
2.2 哪些产品用了 OpenWrt .....	3	4.5 SSH 远程登录 .....	23
2.3 OpenWrt 是如何支持 路由器 CPU 的 .....	4	4.5.1 SSH 的作用 .....	23
<b>第 3 章</b> 智能路由器硬件 .....	5	4.5.2 启动网卡 .....	23
3.1 MIPS 架构 .....	5	4.5.3 查看当前 IP .....	24
3.2 国内常见路由器的配置 .....	5	4.5.4 SSH 连接 .....	24
3.3 常见路由器芯片厂商 .....	6	4.6 WinSCP 文件传输 .....	25
3.4 本书智能路由硬件 .....	7	4.6.1 SCP 协议 .....	25
3.4.1 本书硬件的由来 .....	7	4.6.2 安装 WinSCP 客户端 .....	26
3.4.2 MT7620 芯片 .....	7	4.6.3 创建到 Linux 的连接 .....	28
3.4.3 MR808 开发板简述 .....	8	4.6.4 文件传输 .....	29
3.4.4 AXWRT 系统 .....	11	<b>第 5 章</b> 基本知识 .....	30
<b>第 4 章</b> 智能路由开发环境搭建 ....	12	5.1 向系统下达命令 .....	30
4.1 小企鹅的力量 .....	12	5.2 时间命令 .....	30
		5.2.1 查看当前日期 .....	30
		5.2.2 查看当前日历 .....	31
		5.3 关机和重启 .....	31

5.3.1 立即安全关闭系统 .....	31	5.8.4 Vi 编辑操作 .....	41
5.3.2 重新启动系统 .....	31	5.9 基础 Shell 编程 .....	43
5.3.3 强制将缓存写入存储器 .....	31	5.9.1 何为 Shell 编程 .....	43
5.4 权限机制 .....	31	5.9.2 Shell 的运行方式 .....	44
5.4.1 文件权限 .....	32	5.9.3 Hello World! .....	44
5.4.2 所有者 .....	32	5.9.4 变量 .....	44
5.4.3 文件容量 .....	32	5.9.5 运算符 .....	47
5.4.4 文件日期 .....	32	5.9.6 注释语法 .....	53
5.4.5 可执行文件 .....	32	5.9.7 字符串 .....	54
5.4.6 隐含文件 .....	33	5.9.8 条件判断 .....	54
5.4.7 修改所有人 .....	33	5.9.9 循环表达 .....	56
5.4.8 修改所有组 .....	33	5.9.10 输入 / 输出重定向 .....	58
5.4.9 修改文件权限 .....	34	5.9.11 使用黑洞, 一劳永逸 .....	59
5.5 文件与目录管理 .....	34	<b>第 6 章 OpenWrt 刷机 .....</b>	<b>61</b>
5.5.1 路径概念 .....	34	6.1 通过串口进入系统 .....	61
5.5.2 特殊目录 .....	35	6.1.1 操作板子注意事项 .....	61
5.5.3 变换目录 .....	35	6.1.2 连接串口步骤 .....	61
5.5.4 查看当前所在目录是哪个 .....	35	6.2 认识 U-Boot .....	63
5.5.5 创建目录 .....	36	6.3 U-Boot 的 TFTP 刷机 .....	64
5.5.6 删除目录 .....	36	6.3.1 TFTP 的准备 .....	64
5.5.7 列表文件和目录 .....	36	6.3.2 TFTP 刷机流程 .....	65
5.5.8 复制文件或目录 .....	37	6.3.3 可能遇到的问题 .....	67
5.5.9 删除文件或整个目录 .....	38	6.4 U-Boot 的 Web 刷机 .....	67
5.5.10 移动或更名 .....	38	6.4.1 触发按钮准备 .....	67
5.6 文件分析 .....	39	6.4.2 可能遇到的问题 .....	69
5.6.1 查看文件内容 .....	39	<b>第 7 章 分区、外网与 OPKG .....</b>	<b>70</b>
5.6.2 分行查看 .....	39	7.1 了解分区 .....	70
5.6.3 查看文件最后几行 .....	39	7.1.1 查看系统 MTD 分配 .....	72
5.6.4 查看启动信息 .....	40	7.1.2 查看系统 MTD 的分区 .....	72
5.7 更多指令 .....	40	7.1.3 将非文件系统分区读出来 .....	72
5.8 Vi 编辑器 .....	40	7.2 文件系统 .....	73
5.8.1 Vi 介绍 .....	40	7.2.1 透明挂载 / 根目录 .....	73
5.8.2 Vi 的命令 .....	40	7.2.2 基本系统演示 .....	74
5.8.3 Vi 的 3 个状态 .....	41		

7.2.3 第一次接入网络 .....	75	9.2.5 WAN 口设置 .....	94
7.3 软件包管理 OPKG .....	77	9.3 配置 LAN 口服务 .....	95
7.3.1 OPKG 语法格式 .....	77	9.4 配置无线网络 .....	97
7.3.2 软件包的内核依赖问题 .....	78	9.4.1 无线查看命令 .....	99
7.3.3 OPKG 的配置 .....	78	9.4.2 实现无线中继 .....	99
7.3.4 关于 OPKG 软件包 .....	79	9.5 DHCP 服务 .....	102
<b>第 8 章 UCI 命令系统</b> .....	80	9.6 如何连接外网 .....	105
8.1 UCI 命令 .....	80	<b>第 10 章 防火墙与 UPnP</b> .....	106
8.2 UCI 的文件和流程 .....	80	10.1 防火墙命令 .....	106
8.3 UCI 的文件语法 .....	81	10.2 防火墙配置 .....	106
8.3.1 config 节点语法格式 .....	81	10.2.1 defaults 默认配置 .....	107
8.3.2 option 选项语法格式 .....	82	10.2.2 zone 域配置 .....	107
8.3.3 list 列表选项语法格式 .....	82	10.2.3 forwarding 转发配置 .....	108
8.3.4 UCI 的语法容错 .....	82	10.2.4 rule 规则 .....	109
8.3.5 UCI 无法容忍的语法 .....	82	10.2.5 direction 端口转发 .....	110
8.4 UCI 命令读写配置 .....	82	10.3 实现 UPnP .....	111
8.4.1 读取类语法 .....	83	10.3.1 安装 UPnP .....	111
8.4.2 写人类语法 .....	83	10.3.2 配置 UPnP .....	112
8.5 综合实例 .....	84	10.3.3 UPnP 命令 .....	114
8.5.1 语法测试 .....	85	<b>第 11 章 时区、服务、SSH 与 SCP</b> .....	115
8.5.2 举例开启 Wi-Fi .....	86	11.1 信息和时区 .....	115
<b>第 9 章 智能路由配置</b> .....	88	11.2 服务管理 .....	118
9.1 网络配置文件 .....	88	11.3 SSH 远程登录 .....	118
9.1.1 查看网络配置 .....	88	11.3.1 SSH 配置 .....	118
9.1.2 查看当前网络 .....	89	11.3.2 SSH 登录 .....	119
9.1.3 查看 br-lan 桥状态 .....	90	11.4 SCP 文件复制 .....	121
9.1.4 查看内核日志 .....	91	11.4.1 安装 SCP 客户端 .....	121
9.1.5 网口 VLAN .....	91	11.4.2 SCP 操作 .....	123
9.2 配置 WAN 口外网 .....	91	<b>第 12 章 存储器扩展</b> .....	124
9.2.1 动态获取 IP 选项 .....	92	12.1 实现原理 .....	124
9.2.2 指定静态 IP 语法 .....	92	12.2 存储器选型 .....	124
9.2.3 PPPOE 拨号上网语法 .....	93	12.3 初始化存储器 .....	125
9.2.4 WAN 口设置 .....	94		

- 12.3.1 存储器软件包..... 125
- 12.3.2 识别存储器..... 126
- 12.3.3 存储器分区..... 126
- 12.3.4 存储器格式化..... 128
- 12.4 存储器扩容设置 ..... 129
  - 12.4.1 rootfs\_data 数据迁移 ... 129
  - 12.4.2 获得存储器 UUID ..... 130
  - 12.4.3 自动挂载配置..... 130
  - 12.4.4 存储区自动挂载..... 132
  - 12.4.5 swap 交换区自动挂载 ... 133
  - 12.4.6 关于挂载的注意事项..... 134
- 第 13 章 网络存储与文件共享 ..... 135**
  - 13.1 Windows 文件共享实现.... 135
    - 13.1.1 创建文件夹 /pub ..... 135
    - 13.1.2 安装 Samba ..... 135
    - 13.1.3 Samba 配置说明 ..... 135
    - 13.1.4 配置共享目录..... 137
    - 13.1.5 Windows 连接方法 ..... 137
  - 13.2 FTP 文件共享实现..... 139
    - 13.2.1 安装 Pure-FTPD ..... 139
    - 13.2.2 Pure-FTPD 配置说明 ... 139
    - 13.2.3 配置 Pure-FTPD ..... 140
    - 13.2.4 创建 FTP 账户 ..... 141
    - 13.2.5 FTP 穿越防火墙 ..... 142
    - 13.2.6 WinSCP 做 FTP 客户端 ... 143
    - 13.2.7 浏览器作 FTP 客户端 ... 144
- 第 14 章 智能路由器媒体中心 ..... 145**
  - 14.1 USB 声卡驱动支持 ..... 145
    - 14.1.1 媒体播放必备条件..... 145
    - 14.1.2 选择合适的 USB 声卡 ... 145
    - 14.1.3 安装声卡驱动..... 145
    - 14.1.4 设置默认音量..... 146
    - 14.1.5 用命令行播放 MP3 ..... 147
  - 14.2 安卓手机远程播放音乐 ..... 147
    - 14.2.1 MP 介绍 ..... 147
    - 14.2.2 安装 MPD 服务 ..... 148
    - 14.2.3 安卓系统安装客户端..... 151
    - 14.2.4 关于安卓手机播放音乐 ... 153
  - 14.3 DLNA 数字媒体服务器 ..... 153
    - 14.3.1 DLNA 介绍 ..... 154
    - 14.3.2 安装配置 MiniDLNA ... 154
    - 14.3.3 Inotify 与 overlay 的冲突..... 156
    - 14.3.4 启动服务..... 157
    - 14.3.5 DLNA 客户端 ..... 157
    - 14.3.6 DLNA 其他功能 ..... 159
  - 14.4 苹果 AirPlay 播放音乐 ..... 159
    - 14.4.1 AirPlay 介绍 ..... 159
    - 14.4.2 安装与配置 Shairport ... 159
    - 14.4.3 辅助配置和检查..... 161
    - 14.4.4 使用终端播放..... 162
- 第 15 章 智能路由器编程工具 ..... 163**
  - 15.1 Web+PHP 建站系统 ..... 163
    - 15.1.1 PHP 语言 ..... 163
    - 15.1.2 Web 服务 ..... 164
    - 15.1.3 PHP 测试代码 ..... 167
  - 15.2 SQLite3 与 MySQL 数据库应用 ..... 169
    - 15.2.1 SQLite3 数据库..... 169
    - 15.2.2 MySQL 数据库 ..... 173
  - 15.3 Python、Lua 与 Ruby 编程工具 ..... 174
    - 15.3.1 Python ..... 174
    - 15.3.2 Lua ..... 175
    - 15.3.3 Ruby ..... 175



**第 16 章** 智能路由器服务软件 ..... 177

- 16.1 VPN (PPTP) 服务器与客户端 ..... 177
  - 16.1.1 PPTP 协议 VPN 服务器... 177
  - 16.1.2 PPTP 协议 VPN 客户端... 181
- 16.2 USB 摄像头..... 183
  - 16.2.1 USB 摄像头准备 ..... 183
  - 16.2.2 MJPG-streamer ..... 184
  - 16.2.3 浏览器访问..... 186
- 16.3 迅雷远程下载..... 187
  - 16.3.1 迅雷远程下载条件..... 187
  - 16.3.2 迅雷远程下载..... 190
- 16.4 WiFiDog 广告路由器 ..... 192
  - 16.4.1 WiFiDog 功能服务 ..... 192
  - 16.4.2 WiFiDog 验证界面 ..... 195

**第 17 章** 编译定制 OpenWrt

## 固件..... 197

- 17.1 OpenWrt 编译环境..... 197
  - 17.1.1 编译与交叉编译..... 197
  - 17.1.2 AxWRT 与 OpenWrt 的关系..... 198
  - 17.1.3 OpenWrt 的版本关系 ... 199
  - 17.1.4 准备编译环境..... 199
- 17.2 OpenWrt 固件生成.....200
  - 17.2.1 编译流程..... 200
  - 17.2.2 获取 AxWRT 源代码 ... 200
  - 17.2.3 获取软件包源代码..... 201
  - 17.2.4 OpenWrt 菜单选项配置..... 201
  - 17.2.5 编译固件..... 203
  - 17.2.6 清理编译..... 204
  - 17.2.7 编译完成..... 204
- 17.3 OpenWrt 源码预设.....205

- 17.3.1 Feeds 源..... 205
- 17.3.2 OPKG 自定义软件仓库... 206
- 17.3.3 预设编译参数文件..... 206
- 17.3.4 OpenWrt 文件夹的作用..... 206
- 17.3.5 Target/Linux 下平台预设文件..... 207
- 17.4 OpenWrt 官方版编译 ..... 208
  - 17.4.1 关于编译..... 208
  - 17.4.2 关于硬件支持..... 209

**第 18 章** 编译定制 IPK 软件包..... 210

- 18.1 IPK 软件包与 OPKG 命令.....210
- 18.2 IPK 软件包规范.....210
  - 18.2.1 Makefile 格式与流程 ... 211
  - 18.2.2 PKG\_\* 任务的作用 ..... 212
  - 18.2.3 定义 Build/\* 的作用..... 213
  - 18.2.4 定义 Package/\* 的作用..... 213
  - 18.2.5 IPK 软件包补充说明 ..... 214
- 18.3 简易软件包 mytest .....215
  - 18.3.1 mytest 软件包的制作 ... 215
  - 18.3.2 mytest 调试 ..... 216
  - 18.3.3 下载测试..... 217
- 18.4 软件包示例 xware ..... 218
- 18.5 软件包示例 shairport..... 219

**第 19 章** 智能路由器外设

## 应用实例 ..... 221

- 19.1 OpenWrt 的硬件支持 .....221
  - 19.1.1 DTS 设备树 ..... 221
  - 19.1.2 GPIO 总线 ..... 223
- 19.2 OpenWrt 对 LED 驱动的支持.....224

19.2.1	LED 电路设计 .....	224	19.3.1	按钮电路设计 .....	226
19.2.2	手动测试 LED .....	224	19.3.2	手动测试按钮 .....	227
19.2.3	将 LED 注册为系统 标准 LED .....	225	19.3.3	将按钮注册为系统按钮 .....	228
19.2.4	LED 设置心跳功能 .....	226	19.3.4	编写脚本检测按钮时长 .....	228
19.2.5	将 LED 设置为 WAN 口 状态 .....	226	19.4	OpenWrt 对继电器驱动的 支持 .....	229
19.3	OpenWrt 对按钮驱动的 支持 .....	226	19.4.1	继电器电路设计 .....	229
			19.4.2	手动测试继电器 .....	230

# 第 1 章

## 路由器概述

### 1.1 传统路由器

全世界近 80% 的路由器是在中国生产的，其中约有 50% 的路由器是在中国研发的，传统的路由器厂商使用几大路由器芯片厂商提供的设计方案进行产品设计。这些芯片厂商会给路由器厂商提供资料、电路板设计原理图、软件 SDK。其实很多人可能不知道，芯片厂家所提供的资料完善到你难以想象的地步，只需要有一台老旧计算机，随便一编译，自己做个板子，再随意弄个外观就可以完成路由器设计。因此，传统路由器厂商能用来提升营收和竞争力的手段就只剩下价格和外观了，为此这个行业进入了一种越做越烂的循环模式。而在这之外，一些在成本上不具备优势的小厂商，为了获得利润和生存空间，普遍使用违规的功率放大装置，做出让你觉得信号很强的产品，成为了灰色地带。

由于国内的传统路由器厂商过于注意外观（比如路由器必须有天线，因为客户觉得有天线信号才会强），不注重软件（芯片厂家连 Web 都做了，没自己啥事），所以普遍不重视技术培养和研发，如今在智能路由大行其道的时候，他们往往陷入了被动。像 TP-Link、磊科这种大厂已经在加强这方面投入，取得了可喜的成绩，值得肯定。

### 1.2 智能路由器

所谓智能路由器，有人定义为它像个人计算机一样，具有独立的操作系统，用户可自行安装软件控制带宽、上网加速、过滤视频广告等，远不局限于无线上网的功能。它将一个功能单一的产品变成了一个平台，在这个平台上面，可以安装 App 插件来增加新的功能，例如游戏加速、下载加速和全球加速，同时还可以增加新的使用场景，比如用路由器无线播放音乐等。问题是，路由器这个多年未变的市场，为何会突然出现智能路由器的概念和产品？

智能路由器也就是智能化管理的路由器，通常具有独立的操作系统，可以由用户自行安装各种应用，自行控制带宽、在线人数、浏览网页和在线时间，同时拥有强大的 USB 共享功能，真正做到网络和设备的智能化管理。

本书将重心放在了智能路由上，智能路由从 2013 年开始逐渐升温，互联网公司开始关注传统路由器这个发展了十几年没有任何技术革新的产业，作为家庭、企业的入口设备和控制中心，路由器的可想象空间变得更大。由于路由器芯片的性能不断增强，现在我们所看到的路由器在性能和配置上已经接近十几年前的计算机，并且即将超越，同时具备了更低的功

率、更高的性能。

只要你有一款智能路由器，你就可以将它和任何一种智能设备连接在一起。当前大部分智能路由器采用了 OpenWrt 这个开源路由器操作系统作为自己的系统，然后对系统进行修改，做个有自主知识产权的产品。

### 1.3 传统路由器与智能路由器的区别

智能路由器，不同厂商的产品有不同的功能，有的有屏幕，有的可以实现网络加速，甚至有的可以直接播放音乐，但是如果要对传统路由器与智能路由器两类设备用一句话来区分，那就是“智能路由器可以单独安装软件”。

# 第2章

## OpenWrt 介绍

### 2.1 什么是 OpenWrt

OpenWrt 和 DD-Wrt 等是现在很多智能路由设备的操作系统。虽然没有某一个厂商专门单独推出这样一个开源的产品，但 OpenWrt 在中国已经成为了智能路由器的标准配备。

来自美国的 OpenWrt 社区对 OpenWrt 做了一个简短而精准的说明：“OpenWrt 就是为嵌入式设备所研发的 Linux 发行版”。当年 Linksys 开放了一款路由器的源代码，然后就有不同的黑客对这个源代码打补丁用以实现不同的功能，最后就出现了针对不同市场的杂乱无章的路由器固件。

OpenWrt 选择了另外一条路，从开始的那一刻起，它就一点点把各种软件和玩意加到系统中，采用了一个非常灵活并且开放式的方法，这样的结果就令全世界所有的厂商和爱好者都能加强 OpenWrt 的功能，而开放式架构也令 OpenWrt 支持数量繁多的芯片，从 x86 到 ARM、MIPS 等各种稀奇古怪的芯片。而开发者使用 OpenWrt，只需要直接通过简单的编译，就可以将一套软件编译出不同芯片的版本，烧写到自己的路由器上就拥有了一台 Linux 服务器。OpenWrt 还支持一种称为 OPKG 的增强型安装技术，OPKG 是 OpenWrt Package Management 在 OpenWrt 下的一款轻量级软件包管理工具，OPKG 使用起来就像 CentOS 下的 YUM 一样，一个命令就可以将已预编译好的软件安装到系统中。

从 2005 年 2 月截至今日，OpenWrt 已经支持了一千多种软件，并且自己移植软件到 OpenWrt 中变得非常容易。OpenWrt 系统高度模块化，有人说我的产品是深度定制的 OpenWrt，现在跟随我们的步伐把本书学完，人人都可以定制 OpenWrt 系统，人人都可以开发智能路由器或智能家居产品。

### 2.2 哪些产品用了 OpenWrt

- 极路由：极壹 S
- 极路由：极硬货
- 极路由：极贰
- 极路由：极壹
- 小米：小米路由器
- 小米：小米路由器 mini