

爱上开源

OpenSource:  
making on your time


Apress®

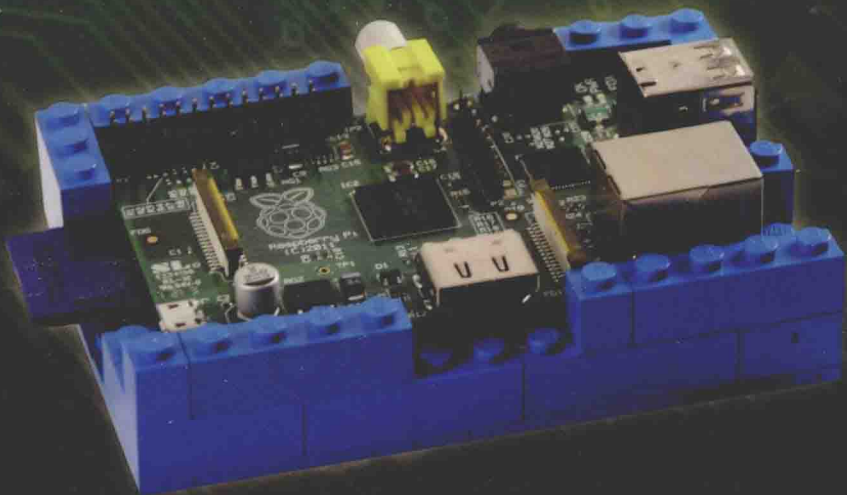
# Linux+树莓派

## 玩转智能家居 (第2版)

[美]Steven Goodwin 著 李明 译

Smart Home Automation with Linux and Raspberry Pi

 用Linux、Raspberry Pi和Arduino让你的家居生活变得智能起来



 杂志 倾情推荐

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

Apress®

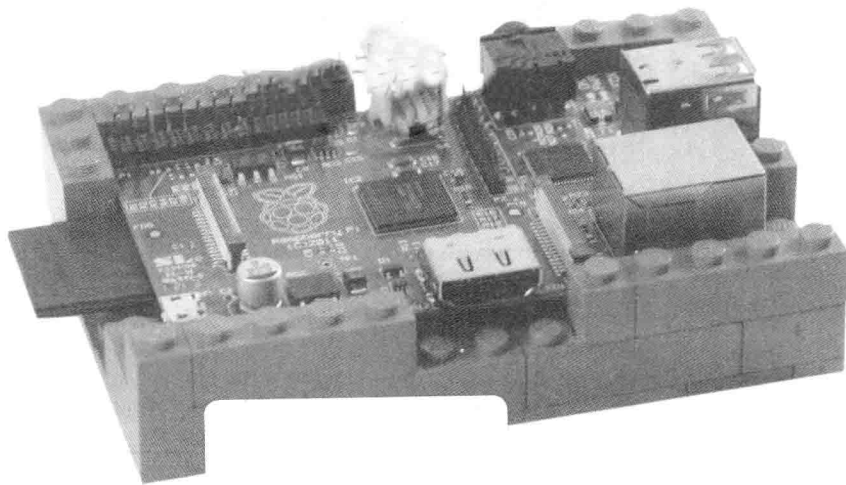
# Linux+树莓派

## 玩转智能家居

(第2版)

Smart Home Automation with Linux and Raspberry Pi

[美]Steven Goodwin 著 李明 译



人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

Linux+树莓派玩转智能家居 : 第2版 / (美) 古德温 (Goodwin, S.) 著 ; 李明译. — 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 6

(爱上开源)

ISBN 978-7-115-35384-9

I. ①L… II. ①古… ②李… III. ①Linux操作系统—应用—住宅—智能化建筑—自动控制系统 IV. ①TU241-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第082055号

## 版权声明

Smart Home Automation with Linux and Raspberry Pi (2nd ed.) by Steven Goodwin, ISBN: 978-1-4302-5887-2. Original English language edition published by Apress Media. Copyright © 2013 by Apress Media. Simplified Chinese-language edition copyright ©2014 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书由 Apress 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书任何部分内容。版权所有, 侵权必究。

## 内 容 提 要

本书的主旨在于利用 Raspberry Pi 完成“家居智能化”的目标。本书开头几章关注对电器的控制, 告诉读者如何智能地控制电水壶、闭路电视、照明开关等家用设备。接着会改造家庭媒体系统, 例如制定自己的个性化节目表。最终综合上述技术, 教会读者如何利用每天运行的计算机来建立家庭网络, 随时自动化或远程化控制家庭生活的各个环节, 从而完成对房屋的“智能化”改造。

- 
- ◆ 著 [美] Steven Goodwin
  - 译 李 明
  - 责任编辑 周桂红
  - 执行编辑 马 涵
  - 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>  
北京鑫正大印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 20.25  
字数: 465 千字 2014 年 6 月第 1 版  
印数: 1-3 000 册 2014 年 6 月北京第 1 次印刷  
著作权合同登记号 图字: 01-2014-0484 号

---

定价: 69.00 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: 京崇工商广字第 0021 号

谨以此书献给我的父母，是他们为我提供了第一个智能化的家居，在家里，衣服自动清洗，食物也能自动烹饪完毕。同时写此书是为了 Holly，为了她和她的家人也过上这样智能的家居生活。

# 关于作者



Steven Goodwin ( 英格兰, 伦敦 ) 很早就参与到科学和技术领域, 在少年时期便完成了自己的第一台电子合成器。从那时起, 他的项目涉猎范围就非常丰富广泛, 包括机器人、乐器、国际象棋, 同时拥有一所接入互联网的数字化住宅, 可以通过邮件操作录像机, 以及在办公地点对家中灯具进行远程控制。

他对自动化家居技术的浓厚兴趣, 催发了 Minerva 这一开源软件项目, 通过提供适当的工具和协议, 来实现各类具有底层差异设备间的通信、交互。直到现在他依然是 Minerva 的主要负责人和开发者。

他同时还活跃在 Linux 和开源硬件社区, 曾经在包括 UKUUG、FOSDEM、NotCon 和 BBC Backstage OpenTech 在内的很多重要论坛中发表过演讲, 他的文章曾经被刊登在超过 50 种杂志中, 而其关注范围涉及从编程到管理学等的方方面面 ( 甚至还包括魔术和啤酒 )。他还是两本游戏业界视为行业标准级别书籍的作者。

目前, Steven 将他的热情主要投入到自己位于伦敦的创业公司, 正在忙碌于 SGX 3D 引擎的开发中。

# 关于技术评审



Steve Potts 在曼彻斯特大学获得了应用计算机专业的学士学位，随后又从英国开放大学获得了工商业计算机学的硕士学位。

他的职业生涯起步于国防工业，长期参与低容错、高健壮软件开发的经验，为他日后在手持设备、移动互联网和电子商务等领域的工作打下了基础。

作为早已被广为认可的技术作者，他的关注范围涉及 Java、XHTML、PHP、无线通信以及媒体出版。

Steve 同时还是 BBC 体育栏目的软件工程师，在这里他的重要工作是主要负责数据传输的可靠、高效性，以满足每年向 1600 万不同设备发送 250 万条信息的需求。

直到现在他还在一直尝试让自己的房屋变得更加智能、自动化。

Michael Still 就职于 Rackspace，在这里他主要参与开源的 OpenStack 项目（作为 Private Cloud 团队的一部分）。他将自己的主要精力花费在 nova 的 libvirt 虚拟层开发工作上。

在 2012 年来到 Rackspace 之前，Michael 曾在 Google 担任了六年的网站可靠性工程师、在 Canonical 担任了一年的运维工程师。在这两个职位，他都要负责对百万级用户站点的维护和性能改进。同时他还是 Linux.conf.au 2013 集会（澳大利亚规模最大的开源软件集会）的组织者。

Michael 以优异的成绩从堪培拉大学取得工程学学士学位，如今他和妻子以及三个孩子（还有数量不明的宠物）住在那里，在业余时间他热衷于阅读科幻作品以及 OpenStack 的开发工作。

# 致谢

在完成本书期间，我写下的每一个词，都有六成最终被丢弃了，这就是写作的本质。我下载、试用并测试过的程序，每十个中有九个最终都被遗忘了，这就是软件的本质。让事情变得明晰是一件长期而艰巨的任务。

对于那些一直在第一线为我提供支持，并忍受我没完没了的问题和好奇心的人，我要由衷地感谢你们：Phil Downer、Mal Lansell 以及 Frank Scott!

感谢那些最伟大的开发者、评论者、传道者，正是站在他们的肩膀上，我们才能进一步地学习和探索，他们在 UKHA\_D、GLLUG、Lonix、FAB 以及 TULS 发挥着至关重要的作用。

还要感谢那些为我提供测试硬件以验证假设的厂商们。他们包括来自飞利浦的 Kevin Toms ( 提供了 Hue 及其 SDK ); Chris Dodge 博士，RedRat 有限公司的技术总监; Alan Quinby, Keene 电子有限公司; Benjamin Gilbert, Anders 电子公司; Melanie Jeuken, 来自 Marmitek, 提供了本书中所有 X10 模块的高清图片; Chris Vine, IntelliSoftware 有限公司; Darren Daws, Txtlocal 有限公司, 允许我通过他们的系统来试验发送垃圾短信，直到我学会如何使用它!

我还要感谢 Michelle Lowman、Douglas Pundick、Anamika Panchoo、Laura Lawrie 以及所有来自 Apress 编辑团队的成员，他们帮助我修正了大量的错误，以免对读者造成误导!

我的朋友、同事以及合伙人: Janey Barnett、Darren Bolland、Dean Butcher、Barbara Cassani、David Eade、Martin Frost、Ed and Margaret Grabowski、Raffaella Garavini、Lucas Grange、Justine Griffith、Phillip Hart、Mike Knight、Kathryn McNulty、Andy Leigh、Phil Lunt、Nat Morris、Colin Murphy、Shane O'Neill、Duncan Parkes、Cveta Rahneva、Tracey Spencer、Steve Shipton、Michal Skorupka、John Southern、Fiona Stewart、Bruno Baillorge 以及 Josiane Baillorge Valverde、Dave Wall、和 Betsy Weber，感谢你们每一个人。

最后，也是一如既往地，感谢我的家人。奶奶、Shirley 和 Ken、Juliette 和 Dean、George 和 Matilda、Melanie 和 Dan、Grace 和 Rose、妈妈和爸爸、Angela 和 Colin 以及 Holly ( 他还太小，应该还不明白这是怎么回事 )。

——Steven Goodwin

# 前言

家居自动化的目标是让我们的居家生活更加充满乐趣和效率，而智能家居技术正是通过引入“智能化”来使这一切成为现实。

对朋友、家人和访客来说，我的住宅无疑是智能和自动化的：通过邮件来开关电灯，用 CD 机接收推特，每天还能从邮箱获得个人定制化的电视节目单。

在我本人看来，这个智能的家是开源软件、消费级硬件和胶水代码的集合，所有的神奇之处都是由它们不同的组合方式来实现的，而在本书中我将揭示这些秘密。

就像那句著名的谚语所说：“魔鬼藏在细节中。”如同在 UNIX 系统中一样，每个软件只需完成一项任务，家庭自动化（Home Automation, HA）也需要那些只做一件事并且能够把它做好的小工具。正因如此，选择 Linux 作为我们的底层系统也就顺理成章了。和复杂庞大的 Windows 不同，我们将拥有大量的开源软件来完成所有细微的任务：手机短信处理、媒体播放、X10 控制、电子邮件、Web 服务器以及语音识别，每一项都已经被很好的支持，并且最重要的是这些工具都提供了良好的交互性。

在本书中，我会针对每项特定任务，来选择最适合于它们的技术及程序语言来进行介绍。在一些案例中，我们会涉及一些看似过时的技术，但在 Linux 世界中它们却是被证明非常高效的优秀工具。我们会用 Perl、PHP、C++ 以及 Bash 来完成胶水代码，每种语言的选择都会优先考虑它们是否适合于特定的任务。

本书的开端会主要关注对各种电器的控制，我们将研究如何去控制你的电水壶、闭路电视、照明开关以及网络电视，这将包括 X10、C-Bus、Zwave、ZigBee 和 Hue 在内的很多技术实现。随后我们将转而学习基于现有设备的一些制作和改良，举例来说，Arduino 可以被制造成一个自动化的小助手，提醒我们今天是垃圾清理日，或者根据天气预报提醒我们出门带伞。

接着我们会来看一下家庭媒体系统，研究如何通过基于 UPnP、NAS 的计算机自动化解决方案，来替换掉现有的录像机加收视指南模式。这个系统将能够自动地向我们推荐电视节目并将建议直接发送到电子邮箱或手机中，并且还让我们能随时对感兴趣的节目进行录制。

在这之后，我们将研究一些更深入的技术，例如 7 天 24 小时地运行计算机和自己建立家庭网络，以便完成我们对自己房屋的智能改造。这会涉及各种通信协议的安装、使用，使得家中的各种设备间能够实现联网，而这将是我们在家家庭智能化道路上迈出的第一步。

最终我们将完成实现家居智能化的最后一条咒语，也就是通过程序将我们前面学到的一切融为整体。正是这些特别的胶水代码，使我们的魔法得以成为现实。

如果就此结束的话，你一定会认为我忘记了什么重要的东西，没错，本书的最后将重点关注树莓派。虽然这台神奇的小设备可以被视为一台普通的 Linux 计算机来使用（尽管没有每次特意提及，事实上我们



整本书的内容都和树莓派密切相关)，然而本章我们将关注它的独特之处。在发布短短的一年时间之内，这个小家伙不但成为了媒体的宠儿，也从事实上消除了 Linux 计算机与入门爱好者之间的隔阂，使得更多的用户和程序员能够参与到这一技术浪潮之中。无论是小巧的体积、低廉的售价还是丰富的功能性，树莓派都向我们证明着许多从前看似无法实现智能化的设备，如今都可以很方便地接入互联网和家庭服务器进行控制。因此在最后一章中，我会介绍树莓派的安装、硬件接口、软件应用，希望这些可以激发出更多奇妙的点子。

最后，我要给大家一个听起来略不严肃的建议：学会偷师！每当从解决问题中得到经验，并能对其进行重组的时候，你会发现其中很少有东西是真正的新发明。每个新想法的诞生都离不开旧有知识的沉淀发酵。而且更重要的是，想法向来是自由的！每次在电视上、商业家居自动化公司的手册和网站上看到的新发明，我们都可以对它们加以学习、分析和借鉴，而事实上这并不会花费你过多的精力。最终你突破家居自动化的范畴，达到家居智能化，甚至完成个人定制化的智能家居解决方案。

# 目 录

<b>第 1 章 电器控制：让家电学会思考</b> .....	1
1.1 X10.....	1
1.1.1 关于 X10.....	1
1.1.2 常规设计.....	3
1.1.3 设备模块.....	6
1.1.4 网关和其他特殊模块.....	18
1.1.5 计算机控制.....	20
1.2 Z-Wave.....	24
1.2.1 系统设计.....	24
1.2.2 绕过保密协议.....	25
1.3 ZigBee.....	26
1.3.1 Linux 软件.....	27
1.3.2 与 Z-Wave 不同的地方.....	27
1.4 C-Bus.....	28
1.4.1 关于 C-Bus.....	28
1.4.2 C-Bus 与 X10 协议间的不同.....	28
1.4.3 设备.....	29
1.5 照明控制.....	31
1.5.1 Hue.....	31
1.5.2 Insteon.....	34
1.5.3 Lifx.....	34

1.5.4 夜灯	34
1.5.5 变色灯具	35
<b>1.6 网络设备</b>	<b>36</b>
1.6.1 以太网设备	36
1.6.2 网络基础入门	37
1.6.3 监控摄像机	44
<b>1.7 红外遥控</b>	<b>47</b>
1.7.1 万能遥控器	47
1.7.2 红外中继器	48
1.7.3 红外控制	52
总结	53
<b>第2章 硬件黑客：开发现有设备的潜能</b>	<b>54</b>
2.1 软件黑客活动	54
2.1.1 Linksys NSLU2	54
2.1.2 在弹头上进行开发	56
2.1.3 游戏机黑客	57
2.2 硬件黑客	63
2.2.1 Linksys NSLU2	63
2.2.2 乐高 Mindstorms 玩具套装	65
2.2.3 作为 I/O 设备的 Arduino	67
2.2.4 用游戏摇杆作为输入设备	86
2.2.5 其他输入控制器	87
2.2.6 笔记本黑客改造	87
2.2.7 你自己的电力设备	88
总结	90
<b>第3章 媒体系统：电视与 HiFi 音响</b>	<b>91</b>
3.1 数据链	91
3.1.0 提取数据	91

3.2 存储 .....	97
3.2.1 单机 NAS 系统 .....	97
3.2.2 支持媒体回放的 NAS .....	100
3.2.3 自行配置 Linux NAS 盒 .....	101
3.3 媒体渲染 .....	104
3.3.1 独立硬件 .....	104
3.3.2 Linux .....	110
3.4 遥控及 UPnP .....	112
3.4.1 UPnP 发展简史 .....	112
3.4.2 高层次分离的 UPnP .....	114
3.5 发布 .....	120
3.5.1 本地处理对远程处理 .....	120
3.5.2 AV 发布 .....	120
3.5.3 线束系统 .....	122
3.5.4 无线 AV 发布 .....	123
3.5.5 矩阵交换机 .....	123
3.6 控制 .....	124
3.6.1 本地控制 .....	125
3.6.2 远程控制方法 .....	125
总结 .....	127
<b>第 4 章 家就是家：物理上的实用性 .....</b>	<b>128</b>
4.1 节点 0 .....	128
4.1.1 功能和目的 .....	128
4.1.2 确定最佳房间 .....	129
4.1.3 构建机架 .....	132
4.2 服务器 .....	133
4.2.1 服务器性能 .....	133
4.2.2 服务器的可拓展性 .....	135

4.2.3 服务器的类型 .....	135
4.2.4 能耗 .....	138
4.2.5 服务器间的协调 .....	141
4.2.6 UPS .....	142
4.2.7 备份 .....	146
4.2.8 隐藏你的家 .....	149
<b>4.3 安装到家中 .....</b>	<b>151</b>
4.3.1 一般注意事项 .....	151
4.3.2 有线网络 .....	152
4.3.3 无线接入点 .....	154
4.3.4 音频布线 .....	154
4.3.5 其他接入点 .....	156
总结 .....	157
<b>第5章 通信：人类与计算机之间的对话 .....</b>	<b>158</b>
5.1 为什么要进行通信 .....	158
5.2 IP 电话 .....	159
5.2.1 Skype .....	159
5.2.2 Asterisk .....	159
5.3 电子邮件 .....	160
5.3.1 在 Linux 中准备电子邮件 .....	160
5.3.2 发送电子邮件 .....	161
5.3.3 自动处理电子邮件 .....	162
5.3.4 安全问题 .....	165
5.4 语音 .....	166
5.4.1 语音识别相关软件 .....	166
5.4.2 远程语音控制 .....	170
5.4.3 语音合成 .....	171
5.4.4 预录制音频采样 .....	174

5.5 Web 访问 .....	176
5.5.0 创建一个 Web 服务器 .....	177
5.6 短信服务 .....	185
5.6.1 使用真实手机进行短信操作 .....	185
5.6.2 自定义号码和 API .....	188
总结 .....	194
<b>第 6 章 数据源：使家更智能 .....</b>	<b>195</b>
6.1 为什么数据如此重要 .....	195
6.1.0 合法性 .....	195
6.2 公共数据 .....	200
6.2.1 收视指南 .....	200
6.2.2 列车时刻表 .....	201
6.2.3 交通路况信息 .....	203
6.2.4 天气信息 .....	203
6.2.5 广播 .....	207
6.2.6 CD 数据 .....	209
6.2.7 新闻 .....	210
6.2.8 其他公共数据源 .....	214
6.3 私有数据 .....	215
6.3.1 日历 .....	215
6.3.2 通过 POP3 来访问网络邮件 .....	217
6.3.3 Twitter .....	219
6.3.4 Facebook .....	220
6.4 自动化 .....	221
6.4.1 时间事件 .....	221
6.4.2 错误处理 .....	223
总结 .....	224

<b>第7章 控制枢纽：全面整合</b>	225
7.1 技术整合	225
7.2 实例：电茶壶	226
7.3 Minerva	228
7.3.1 概述	229
7.3.2 Linux 用户不等于智能家居用户	230
7.3.3 设备抽象	232
7.3.4 渠道	235
7.3.5 渠道的消息收发	238
7.3.6 消息中继	243
7.3.7 基于时间的消息	243
7.3.8 基于位置的消息	245
7.3.9 Cosmic	245
7.3.10 Yaks	248
7.3.11 生活模式	249
7.3.12 例程	250
7.3.13 Minty	253
7.3.14 普遍的远程控制	253
7.3.15 Web 小程序	256
7.3.16 Manifest	274
7.3.17 Marple	275
7.3.18 工具脚本	278
7.4 拓扑理念	280
7.4.1 网络	280
7.4.2 AV 发布与布线	281
总结	283
<b>第8章 树莓派</b>	284
8.1 树莓派与智能家居	284

8.1.1 显而易见的好处 .....	285
8.1.2 实现完全的本地控制 .....	285
8.1.3 来自社区的热情 .....	286
8.1.4 缺点与不足 .....	287
<b>8.2 典型的项目 .....</b>	<b>289</b>
8.2.1 电话 .....	289
8.2.2 儿童监护 .....	289
8.2.3 相框 .....	290
8.2.4 气象站 .....	291
8.2.5 作为 USB Host 的树莓派 .....	291
8.2.6 作为 Device Host 的树莓派 .....	292
8.2.7 接近检测 .....	293
8.2.8 咖啡机 .....	293
8.2.9 时钟收音机 .....	294
8.2.10 非电源供电 .....	294
<b>8.3 安装 .....</b>	<b>294</b>
8.3.1 软件 .....	295
8.3.2 硬件 .....	295
<b>8.4 硬件接口 .....</b>	<b>296</b>
8.4.1 关于硬件设备的注意事项 .....	296
8.4.2 使用 GPIO .....	297
8.4.3 树莓派和 Arduino .....	301
8.4.4 使用 SPI .....	304
8.4.5 使用 Arduino 盾板 .....	305
<b>8.5 软件选项 .....</b>	<b>306</b>
<b>总结 .....</b>	<b>307</b>



# 电器控制：让家电学会思考

对大多数人来说，家居自动化的内容自始至终都是关于电器控制的。当电视这样的家电既没有用面板按钮也没有用遥控器就被操控自如，而其主人甚至不在家中的时候，这一切看上去简直就像魔法一样，控制照明灯和吐司机不用再跑去按下开关，电视也不再依赖录像机、DVD 或者卫星天线来提供信号。当然，每种电器都有其自身的特性和固有控制方式，想要简单地实现对它们的统一控制似乎并不容易。尽管如此，只要我们遵照下面两条基本方法，那么就可以达成大多数目的：

- 通过供电线的电源控制（灯泡、吐司机、电茶壶）
- 红外遥控（电视机）

尽管机顶盒等新型家电会拥有串口、USB 以及网口等额外接口，但这些都可以视为上述两种基本方法的延伸。因此，掌握红外遥控和供电线相关技术就足以实现对现代家庭中大多数电器的控制。甚至像电茶壶这样看起来不太“聪明”的电器，只要掌握了控制供电的正确方法，也能实现远程控制，所以我们将先从主电源控制开始讲起。

## 1.1 X10

我们首先来看看 X10 协议，通过它，理论上可以对接入家庭供电线路的所有设备进行控制，照明灯、电茶壶和吐司机等都包括在内。另外，我们还将涉及电动窗帘等基于 X10 协议的原生创意。廉价和易于安装是 X10 的主要优势。

### 1.1.1 关于 X10

X10 是一种以电力线为连接介质的通信控制协议，它能够实现“打开设备”和“调暗 50%”之类的功能。X10 的数据信号通过连接计算机或其他定制化控制设备的发射机来进行发送，最终被例如电灯开关这样更简单的接收设备所接受，来实现对设备的供电控制。

X10 通过高频电信号（约 120kHz）对数据进行编码，然后通过既有的输电线路来实现信号传输。因为大多数国家采用的输电频率为 50Hz 或 60Hz（日本和塔希提群岛同时采用这两套标准），因此这些高频信号会被大多数电器所忽略。另一方面，我们可以将关注这些高频信号的特殊设备接入输电线