

物联网与云计算关键技术丛书

NITE 国家信息技术紧缺人才培养工程
National Information Technology Education Project
国家信息技术紧缺人才培养工程系列丛书

物联网

ADS 射频电路仿真 与实例详解

ADS detailed annotation on RF circuit simulation

■ 黄玉兰 常树茂 编著

ADS 工作界面 仿真功能 实例详解

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

物联网与云计算关键技术丛书

NITE 国家信息技术紧缺人才培养工程
National Information Technology Education Project
国家信息技术紧缺人才培养工程系列丛书

物联网

ADS 射频电路仿真 与实例详解

ADS detailed annotation on RF circuit simulation

■ 黄玉兰 常树茂 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

物联网：ADS射频电路仿真与实例详解 / 黄玉兰，
常树茂编著. — 北京：人民邮电出版社，2011.12
ISBN 978-7-115-26303-2

I. ①物… II. ①黄… ②常… III. ①互连网络—应
用—研究②智能技术—应用—研究③射频电路—电路设计
：计算机辅助设计—软件包，ADS IV. ①
TP393.4②TP18③TN710.02

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第195071号

内 容 提 要

ADS 软件由美国安捷伦公司开发，是当前射频电路设计的首选工程软件，本书不仅详细介绍了 ADS 软件的工作界面和仿真功能，而且给出了全部仿真实例的详解，对于已经在通信、电子、计算机及微电子等领域从事射频及微波设计的工程师，是一本很好的参考书。同时本书循序渐进，详细讲解了从射频理论到射频仿真的全过程，具有可读性和系统性，特别适合作为高等院校电子、通信类学生的教材。

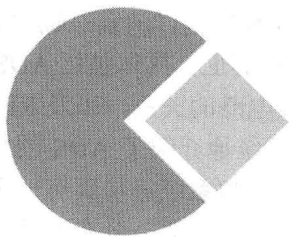
物联网：ADS 射频电路仿真与实例详解

- ◆ 编 著 黄玉兰 常树茂
责任编辑 蒋 佳
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：35
字数：858 千字 2011 年 12 月第 1 版
印数：1-3 000 册 2011 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-26303-2

定价：69.00 元

读者服务热线：(010)67132692 印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154



前 言

由于通信手段的日益丰富和通信技术的不断发展，通信领域经历了从有线到无线、从低频到高频的巨大变化，现在随着物联网的构建，无线射频技术更是成为组成物联网的关键技术。物联网是在网络的范围之内，实现人与人、人与物、物与物之间的互通与互连，在技术方面，物联网需要无线网络，物联网通过无线射频技术，使网络的“神经末梢”高度发达，使网络的触角伸到物体之上。

在物联网中，无线射频技术是组成“网络无处不在”的重要技术。物联网通过射频识别（RFID）、第三代移动通信（3G）和全球定位（GPS）等适当的平台，将物体的信息接入互联网。实际上，随着科学技术的不断进步，无线通信系统的工作频率不断提高，目前移动通信（GSM 和 3G）、全球定位（GPS）、无线局域网（WLAN）、宽带无线接入系统（WIMAX）和射频识别（RFID）等领域，工作频率都已经达到 GHz 频段，这使得与此频段相适应的射频和微波电路逐渐成为一个普遍存在的技术，这就迫切需要从业人员熟悉相应射频和微波电路的设计方法。

射频和微波电路是电与磁的场分布理论与传统电子学技术的融合，它将波动理论引入电路之中，形成射频和微波电路的理论体系和设计方法。现在射频电路的设计越来越复杂，指标要求越来越高，而设计周期却越来越短，这要求设计者使用 EDA（电子设计自动化）软件工具。ADS（Advanced Design System）软件由美国安捷伦（Agilent）公司开发，是当前射频和微波电路设计的首选工程软件，可以支持从模块到系统的设计。该软件功能强大，仿真手段丰富多样，可实现包括时域和频域、数字和模拟、线性和非线性、电磁和数字信号处理等多种仿真手段，并可对设计结果进行优化、成品率分析和版图转换等，从而大大提高了复杂电路的设计效率，是当今业界最流行的射频微波电路和系统设计工具，目前 ADS 软件已经在国内的科研院所、大型 IT 公司和高校中逐渐推广使用。在深入理解射频电路的基础上，结合 ADS 软件工具进行设计，是通向射频电路设计成功的最佳路线。

关于本书

本书从工作界面、仿真功能到实例详解，循序渐进地全面介绍了 ADS。编写本书的初衷有 3 个，一是希望给初学者一些指引和启发，使初学者掌握 ADS 学习的要领，少走弯路，快速入门；二是系统给出 ADS 射频设计的实例详解，这些实例可以构成完整的射频电路 ADS

解决方案；三是详细讲解从射频理论到射频仿真的全过程，使已经在通信、电子、计算机及微电子等领域从事射频及微波设计的工程师对射频仿真有一个全面清晰的认识。

本书内容组织方式

本书内容丰富，共有 ADS 工作界面篇、ADS 仿真功能篇和 ADS 实例详解篇三篇内容。ADS 工作界面篇共有 4 章，该篇系统地介绍了 ADS 软件的主要工作界面，具体包括 ADS 的主视窗、设计仿真视窗和数据显示视窗，同时介绍了物联网与射频电路的关系，以及 RFID、3G 和 GPS 在物联网中的应用。ADS 仿真功能篇共有 4 章，该篇系统地介绍了 ADS 的基本操作、仿真功能、仿真例程和系统级仿真，使读者对 ADS 模块级仿真和系统级仿真有一个全面的认识。ADS 实例详解篇共有 13 章，该篇系统地给出了集总参数滤波器、分布参数滤波器、混合参数滤波器、分支定向耦合器、功率分配器、混合环、偏置电路、匹配网络、射频放大器、射频振荡器、混频器、射频接收系统、射频发射系统等几十个 ADS 仿真实例，这些仿真实例可以构成完整的射频电路和射频系统解决方案。

本书特色

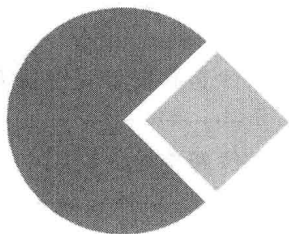
- 本书由工作界面、仿真功能到实例详解，循序渐进地全面介绍了 ADS 软件。
- 本书从射频理论到射频仿真，详细讲解了 ADS 仿真的全过程。
- 本书每个实例都符合实际应用，数据适合工程参考。
- 仿真功能篇详细给出了仿真方法、仿真功能和仿真例程，便于模块级仿真和系统级仿真。
- 实例详解篇的每个实例都是从理论到设计进行讲解，便于更改参数后做同类的设计。
- 设计实例内容广泛，几乎涉及射频系统的所有功能模块。

本书作者

全书第 1~第 18 章由西安邮电学院黄玉兰副教授撰写，第 19~第 21 章由常树茂教授和黄玉兰副教授共同撰写。西安电子科技大学电子信息工程专业的夏璞同学协助完成了本书的 ADS 截图工作，并协助整理了 Agilent 公司的技术资料，在此表示感谢。

由于作者时间和水平有限，书中难免会有缺点和错误，敬请广大专家和读者予以指正。（电子邮件：huangyulan10@sina.com 或 jiangjia@ptpress.com.cn）。

编者



目 录

第一篇 USB 开发基础篇

第 1 章 物联网、射频电路与 ADS.....3

- 1.1 物联网中的射频应用4
 - 1.1.1 射频的概念4
 - 1.1.2 物联网的概念5
 - 1.1.3 射频识别在物联网中的应用5
 - 1.1.4 3G 在物联网中的应用6
 - 1.1.5 GPS 在物联网中的应用7
- 1.2 射频电路概述8
 - 1.2.1 对频谱的划分8
 - 1.2.2 射频电路在无线通信系统中的作用9
 - 1.2.3 射频电路模块的构成10
 - 1.2.4 射频电路的特性11
- 1.3 ADS 概述12
 - 1.3.1 美国安捷伦公司13
 - 1.3.2 ADS 射频自动化设计软件工具13
 - 1.3.3 ADS 的设计功能14
 - 1.3.4 ADS 的仿真功能16

第 2 章 ADS 工作视窗概述.....18

- 2.1 启动和退出 ADS18
 - 2.1.1 启动 ADS18

- 2.1.2 退出 ADS..... 19
- 2.2 ADS 的 4 种工作视窗..... 20
 - 2.2.1 主视窗..... 20
 - 2.2.2 原理图视窗..... 20
 - 2.2.3 数据显示视窗..... 21
 - 2.2.4 布局图视窗..... 22

第 3 章 ADS 主视窗 24

- 3.1 工作界面..... 24
- 3.2 菜单栏..... 25
 - 3.2.1 File 菜单 25
 - 3.2.2 View 和 Tools 菜单 33
 - 3.2.3 Window 和 Design Kit 菜单..... 34
 - 3.2.4 Design Guide 和 Help 菜单..... 35
- 3.3 工具栏..... 36
 - 3.3.1 工具栏说明..... 36
 - 3.3.2 工具栏操作举例..... 37
- 3.4 文件浏览区和项目管理区..... 39
 - 3.4.1 文件浏览区..... 39
 - 3.4.2 项目管理区..... 41

第 4 章 ADS 设计仿真视窗 42

- 4.1 原理图视窗..... 42
 - 4.1.1 工作界面..... 42
 - 4.1.2 菜单栏..... 43

4.1.3	工具栏	47
4.1.4	元器件面板列表	50
4.1.5	元器件面板	54
4.1.6	历史元器件列表	62
4.2	布局图视窗	62
4.3	数据显示视窗	63
4.3.1	工作界面	63
4.3.2	菜单栏	64
4.3.3	工具栏	64
4.3.4	数据显示方式	66

第二篇 ADS 仿真功能篇

第 5 章 ADS 基本操作

5.1	创建项目与原理图	71
5.1.1	创建项目	71
5.1.2	创建原理图	72
5.1.3	新建并设计原理图	75
5.2	原理图仿真与结果显示	76
5.2.1	设置仿真控件与原理图仿真	76
5.2.2	在数据显示窗口显示仿真结果	79
5.3	调谐与优化	80
5.3.1	原理图调谐	80
5.3.2	原理图优化	82
5.4	产品合格率分析	88
5.4.1	原理图仿真	88
5.4.2	设置成品率控件	90
5.4.3	成品率仿真	91
5.5	设计向导	92
5.5.1	利用设计向导生成原理图	92
5.5.2	利用设计向导观察仿真结果	95
5.5.3	利用设计向导观察成品率	96
5.5.4	搭建原理图观看仿真结果	98

第 6 章 ADS 仿真功能

6.1	ADS 的仿真功能	101
6.1.1	ADS 的仿真方法	101
6.1.2	各种仿真功能概述	102
6.2	直流仿真	104
6.2.1	直流仿真面板与直流仿真控件	104
6.2.2	直流仿真参数的设置	105
6.3	交流仿真	111
6.3.1	交流仿真面板与交流仿真控件	111
6.3.2	交流仿真参数的设置	112
6.4	S 参数仿真	116
6.4.1	S 参数仿真面板与 S 参数仿真控件	117
6.4.2	S 参数仿真中参数的设置	119
6.5	谐波平衡仿真	123
6.5.1	谐波平衡仿真面板与谐波平衡仿真控件	124
6.5.2	谐波平衡仿真中参数的设置	126
6.6	电路包络仿真	133
6.6.1	电路包络仿真面板与电路包络仿真控件	133
6.6.2	电路包络仿真参数的设置	134
6.7	瞬态仿真	139
6.7.1	瞬态仿真面板与瞬态仿真控件	140
6.7.2	瞬态仿真参数的设置	141

第 7 章 ADS 仿真例程

7.1	直流仿真例程	147
7.1.1	单点直流仿真例程	147
7.1.2	带变量扫描的直流仿真例程	152
7.2	交流仿真例程	156

7.2.1 交流仿真例程原理图156

7.2.2 交流仿真例程的仿真结果159

7.3 S 参数仿真例程162

7.3.1 S 参数仿真例程原理图162

7.3.2 S 参数仿真例程的仿真结果165

7.4 谐波平衡仿真例程166

7.4.1 射频输入恒定的谐波平衡仿真例程166

7.4.2 带变量扫描的谐波平衡仿真例程169

7.5 增益压缩仿真例程171

7.5.1 增益压缩仿真例程原理图172

7.5.2 增益压缩仿真例程的仿真结果174

7.6 大信号 S 参数仿真例程176

7.6.1 大信号 S 参数仿真例程原理图176

7.6.2 大信号 S 参数仿真例程的仿真结果178

7.7 电路包络仿真例程179

7.7.1 电路包络仿真例程原理图179

7.7.2 电路包络仿真例程的仿真结果181

7.8 瞬态仿真例程182

7.8.1 瞬态仿真例程的原理图182

7.8.2 瞬态仿真例程的仿真结果184

第 8 章 ADS 系统级仿真186

8.1 系统级仿真基础186

8.1.1 创建项目和原理图186

8.1.2 原理图 S 参数仿真190

8.1.3 原理图谐波平衡仿真193

8.2 系统级仿真例程195

8.2.1 系统级仿真例程原理图195

8.2.2 统级例程仿真结果201

第三篇 ADS 实例详解篇

第 9 章 射频电路基本理论205

9.1 射频系统的一般构成205

9.1.1 射频系统功能模块205

9.1.2 射频电路的特点206

9.2 传输线理论207

9.2.1 传输线的类型207

9.2.2 传输线的等效电路207

9.2.3 传输线的基本特性参数209

9.2.4 微带线215

9.3 史密斯圆图216

9.3.1 复平面上的反射系数217

9.3.2 史密斯阻抗圆图218

9.3.3 史密斯导纳圆图221

9.4 射频网络222

9.4.1 二端口低频网络参量222

9.4.2 二端口射频网络参量223

9.4.3 网络参量之间的互换225

9.4.4 多端口射频网络参量225

第 10 章 集总参数滤波器的仿真226

10.1 集总参数滤波器的理论基础226

10.1.1 理想滤波器的四种基本类型226

10.1.2 低通滤波器的响应227

10.1.3 集总元器件低通滤波器的设计228

10.1.4 滤波器的频率变换229

10.2 集总参数低通滤波器的仿真231

10.2.1 集总参数低通滤波器设计向导231

10.2.2 集总参数低通滤波器的仿真236

10.3 集总参数带通滤波器的仿真·····243	12.2.3 微带短截线带阻滤 波器版图的仿真····· 322
10.3.1 集总参数带通滤波器设 计向导·····243	
10.3.2 集总参数带通滤波器的 仿真·····248	
第 11 章 分布参数低通滤波器的仿真·····258	第 13 章 分支定向耦合器的仿真····· 326
11.1 微带阶梯阻抗低通滤波器的 仿真·····258	13.1 分支定向耦合器的理论基础·· 326
11.1.1 微带阶梯阻抗低通滤波器 的理论基础·····258	13.1.1 定向耦合器的 参数指标····· 326
11.1.2 微带阶梯阻抗低通滤波器 原理图的仿真·····260	13.1.2 微带分支定向耦合器的 散射参数····· 328
11.1.3 微带阶梯阻抗低通滤波器 版图的仿真·····270	13.1.3 设计微带分支定向 耦合器····· 328
11.2 微带短截线低通滤波器的 仿真·····274	13.2 微带分支定向耦合器 原理图的仿真····· 329
11.2.1 微带短截线低通滤波器的 理论基础·····275	13.2.1 微带分支定向 耦合器的设计····· 329
11.2.2 微带短截线低通滤波器原 理图的仿真·····277	13.2.2 微带分支定向 耦合器的仿真····· 334
11.2.3 微带短截线低通滤波器版 图的仿真·····285	13.2.3 微带分支定向 耦合器的优化····· 336
第 12 章 分布参数带通和带阻滤·····292	13.3 微带分支定向耦合器 版图的仿真····· 340
12.1 平行耦合微带线带通滤波器的 仿真·····292	13.3.1 生成微带分支定向 耦合器版图····· 341
12.1.1 平行耦合微带线带通滤波 器的理论基础·····292	13.3.2 微带分支定向耦合器 版图的仿真····· 343
12.1.2 平行耦合微带线带通滤波 器原理图的仿真·····294	
12.1.3 平行耦合微带线带通滤波 器版图的仿真·····306	第 14 章 功率分配器的仿真····· 346
12.2 微带短截线带阻滤波器的 仿真·····309	14.1 功率分配器的理论基础····· 346
12.2.1 微带短截线带阻滤波器的 理论基础·····309	14.1.1 功率分配器的 参数指标····· 346
12.2.2 微带短截线带阻滤波器原 理图的仿真·····311	14.1.2 窄带等功率分配器····· 347
	14.1.3 窄带不等功率分配器·· 348
	14.1.4 宽带功率分配器····· 349
	14.2 功率分配器设计向导····· 350
	14.2.1 3dB 单节功率 分配器的设计····· 350
	14.2.2 不等功率分配的 单节功率分配器····· 355
	14.2.3 3dB 多节功率

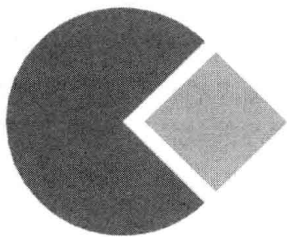
分配器的设计	358	16.2.3 偏置电路的 仿真方案 3	411
14.3 由设计向导得到的 功率分配器的实现	359	16.2.4 偏置电路的 仿真方案 4	416
14.3.1 创建新设计	359	第 17 章 匹配网络的设计	420
14.3.2 设计原理图	360	17.1 匹配网络的理论基础	420
14.3.3 原理图仿真	362	17.1.1 匹配网络的选择标准	420
14.3.4 版图仿真	364	17.1.2 集总参数匹配 网络的设计	421
14.4 功率分配器的仿真	368	17.1.3 分布参数匹配 网络的设计	422
14.4.1 创建新设计	368	17.1.4 混合参数匹配 网络的设计	423
14.4.2 设计原理图	368	17.2 利用史密斯圆图仿真 匹配网络	424
14.4.3 原理图优化与仿真	373	17.2.1 ADS 软件中的 史密斯圆图	424
14.4.4 版图仿真和实验测试	376	17.2.2 利用史密斯圆图 仿真 L 形匹配网络	427
第 15 章 混合环的仿真	380	17.2.3 利用史密斯圆图 仿真 T 形匹配网络	432
15.1 混合环的理论基础	380	17.3 利用设计向导仿真匹配网络	435
15.2 混合环设计向导	382	17.3.1 利用设计向导仿真 单支节匹配网络	435
15.2.1 创建混合环设计 向导的原理图	382	17.3.2 利用设计向导仿真 $\lambda/4$ 阻抗匹配网络	440
15.2.2 利用设计向导生成 混合环	384	17.4 利用阻抗工具仿真匹配网络	444
15.2.3 原理图的仿真	387	第 18 章 低噪声放大器的仿真	448
15.2.4 版图的仿真	388	18.1 低噪声放大器的理论基础	448
15.3 混合环的设计与仿真	391	18.1.1 放大器的稳定性	448
15.3.1 创建新设计	391	18.1.2 放大器的功率增益	450
15.3.2 设计原理图	391	18.1.3 放大器输入 输出驻波比	450
15.3.3 原理图仿真及 数据显示	394	18.1.4 放大器的噪声	451
15.3.4 版图仿真	395	18.2 低噪声放大器的仿真	452
第 16 章 偏置电路的仿真	399	18.2.1 低噪声放大器的 设计指标	452
16.1 偏置电路的理论基础	399		
16.1.1 偏置电路与射频 电路的隔离	399		
16.1.2 偏置电路的设计	399		
16.2 偏置电路的仿真	400		
16.2.1 偏置电路的 仿真方案 1	401		
16.2.2 偏置电路的 仿真方案 2	408		

18.2.2	选取晶体管	453		
18.2.3	SP 模型的仿真	459		
18.2.4	封装模型的仿真	471		
第 19 章	射频振荡器的仿真	480	第 20 章	混频器的仿真
19.1	射频振荡器的理论基础	480	20.1	混频器的理论基础
19.1.1	振荡器的巴克豪森 准则	480	20.1.1	混频器的功能
19.1.2	射频振荡器的 振荡条件	481	20.1.2	单平衡混频器
19.1.3	射频振荡器的 设计步骤	482	20.2	混频器的设计
19.2	晶体管振荡器的仿真	483	20.2.1	微带分支定向 耦合器的设计
19.2.1	利用元件库选取 晶体管	483	20.2.2	低通滤波器设计
19.2.2	振荡器偏置电路的 仿真	485	20.2.3	混频器的设计
19.2.3	振荡器的设计	488	20.3	混频器的仿真
19.2.4	振荡器输出信号的 仿真	489	20.3.1	混频器输出信号 频谱的仿真
19.2.5	振荡器相位噪声的 仿真	490	20.3.2	混频器本振功率的 仿真
19.3	压控振荡器的仿真	493	20.3.3	混频器三阶交调的 仿真
19.3.1	选取晶体管和 变容二极管	493	20.3.4	混频器输入驻波比的 仿真
19.3.2	振荡器偏置电路的 仿真	494	第 21 章	射频接收与发射系统的仿真
19.3.3	振荡器的设计	497	21.1	射频系统的理论基础
19.3.4	振荡器输出信号的 仿真	500	21.1.1	射频系统的一般框图
19.3.5	振荡器相位噪声的 仿真	501	21.1.2	射频接收系统
19.3.6	振荡器输入电压与 输出频率的仿真	504	21.1.3	射频发射系统
			21.2	射频接收系统的仿真
			21.2.1	射频接收系统的设计
			21.2.2	超外差式接 收机的仿真
			21.3	射频发射系统的仿真
			21.3.1	射频发射系统的设计
			21.3.2	射频发射系统的仿真
			参考文献	548

第一篇

ADS 工作界面篇

- 第 1 章 物联网、射频电路与 ADS
- 第 2 章 ADS 工作视窗概述
- 第 3 章 ADS 主视窗
- 第 4 章 ADS 设计仿真视窗



第 1 章 物联网、射频电路与 ADS

“物联网”是在“互联网”概念的基础上，将其用户端延伸和扩展到任何物品，进行信息交换和通信的一种网络概念。物联网概念的问世，打破了之前的传统思维，过去的思维一直是将物理基础设施和 IT 基础设施分开，一方面是机场、公路和建筑物，一方面是数据中心、个人电脑和宽带。而在物联网时代，混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施，物联网能够实现物品的自动识别，能够让物品“开口说话”，进而通过开放的计算机网络达到对物品的透明管理，实现全球范围内物品的跟踪与信息的共享。

互联网时代，人与人之间的距离变小了；而继互联网之后的物联网时代，则是人与物、物与物之间的距离变小了。物联网指的是在网络的范围之内，实现人与人、人与物、物与物之间的互通与互连。在技术方面，建设物联网要积极发展无线网络，通过无线射频技术，使网络的“神经末梢”高度发达，使网络的触角伸到物体之上。

在物联网中，无线射频技术是组成“网络无处不在”的重要技术。物联网通过射频识别 (RFID)、第三代移动通信 (3G) 和全球定位 (GPS) 等适当的平台，将物体的信息接入互联网。实际上，随着科学技术的不断进步，无线通信系统的工作频率不断提高，目前应用日趋广泛的移动通信 (GSM 和 3G)、全球定位 (GPS)、无线局域网 (WLAN)、宽带无线接入系统 (WIMAX) 和射频识别 (RFID) 等领域，工作频率都已经达到 GHz 频段，这使得与此频段相适应的射频和微波电路逐渐成为一个普遍存在的技术，这就迫切需要熟悉相应射频和微波电路的设计方法。

射频和微波电路是电与磁的场分布理论与传统电子学技术的融合，它将波动理论引入电路之中，形成射频和微波电路的理论体系和设计方法。现在射频电路的设计越来越复杂，指标要求越来越高，而设计周期却越来越短，这要求设计者使用 EDA (电子设计自动化) 软

件工具。ADS (Advanced Design System) 软件由美国安捷伦 (Agilent) 公司开发, 是当前射频和微波电路设计的首选工程软件, 可以支持从模块到系统的设计。该软件功能强大, 仿真手段丰富多样, 可实现包括时域和频域、数字和模拟、线性和非线性、电磁和数字信号处理等多种仿真手段, 并可对设计结果进行优化、成品率分析和版图转换等, 从而大大提高了复杂电路的设计效率, 是当今业界最流行的射频微波电路和系统设计工具。目前 ADS 软件已经在国内的科研院所、大型 IT 公司和高校中逐渐推广使用, 是非常值得学习的软件。在深入理解射频电路的基础上, 结合 ADS 软件工具进行设计, 是通向射频电路设计成功的最佳路线。

1.1 物联网中的射频应用

物联网这一概念来自于同互联网的类比。从宏观的概念上讲, 未来的物联网将使人 and 物置身于无所不在的网络之中, 人类可以随时、随地使用任何网络、联系任何人或任何物, 达到信息自由交换的目的。随着网络的不断发展, 网络的泛在化已经成为发展趋势, 其中网络的发展路线主要有两条, 一条路线是宽带化, 一条路线是移动化。网络的移动化是指网络的链接和数据的传输借助于无线、射频等技术, 以摆脱传统电缆的束缚。

随着通信手段的日益丰富和通信技术的不断发展, 通信领域经历了从有线到无线、从固定到移动、从低频到高频的巨大变化。在物联网中, 物品的识别和信息的采集经常采用 RFID 技术, 物品的信息接入物联网经常采用 3G 和 GPS 技术, RFID、3G 和 GPS 都是无线通信的形式, 都需要采用射频前端技术, 使射频电路成为物联网的关键技术。

在需求的强大激励和技术的有力支持下, 与现代通信相匹配的射频 (RF) 和微波 (MW) 电路得到了广泛的应用, 成为科学和工程领域中一个令人瞩目的技术。

1.1.1 射频的概念

广义地说, 可以向外辐射电磁信号的频率称为射频。而在电路设计中, 当频率较高、电路的尺寸可以与波长相比拟时, 电路可以称为射频电路。一般认为, 当频率高于 30MHz 时电路的设计就需要考虑射频电路理论, 而目前射频电路应用的典型频段为几百 MHz 至几 GHz, 在这个频率范围内, 电路需要考虑波动特性和分布参数的影响, 低频的基尔霍夫电路理论不再适用。

微波是频率 300MHz~3 000GHz 的电磁波, 对应的波长 1m~0.1mm, 分为分米波、厘米波、毫米波和亚毫米波 4 个波段。从上面的频率划分可以看出, 微波的低频端与射频频率相重合, 目前射频频率与微波频率之间没有定义出明确的频率分界点。

现在无线通信广泛使用射频与微波频段。例如, 射频识别主要采用的频率是 13.56MHz、800/900MHz、2.4GHz, 移动通信主要采用的频率是 900MHz、1.8GHz, 全球定位主要采用的频率是 1.575GHz, 无线局域网主要采用的频率是 2.4GHz、宽带无线接入系统主要采用的频

率是 2.5GHz、3.5GHz、5.8GHz。上述无线通信方式均需要采用射频和微波电路的设计方法，都可以使用 ADS 软件进行仿真设计。

1.1.2 物联网的概念

物联网的英文名称为“The Internet of Things”。由该名称可见，物联网就是“物与物相连的互联网”。这里有两层意思，第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础之上延伸和扩展的一种网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品，人与物可以通过互联网进行信息的交换和通信。

物联网的定义是，通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

在物联网中，信息的采集和传输离不开无线传输方式。信息的采集可以采用射频识别等方式，射频识别以电子标签来标识某个物体，电子标签通过无线电波传送物体的信息。信息的传输可以采用第三代移动通信和全球定位等适当的平台，将物体的信息接入互联网，这样就可以实现网络的移动化，如目前广泛采用的移动通信 3G 网络就是网络的移动化。

根据国际电信联盟（ITU）的描述，在物联网时代，通过在各种各样的物品上嵌入一种短距离的无线移动收发器，物品将被智能化。ITU 的报告指出，无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物品都可以通过互联网主动进行信息交换，包括从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾。电脑和宽带、汽车和电器将整合为统一的基础设施，都被纳入到物联网之中，物联网技术将对全球商业和个人生活产生重大影响。物联网如图 1.1 所示。

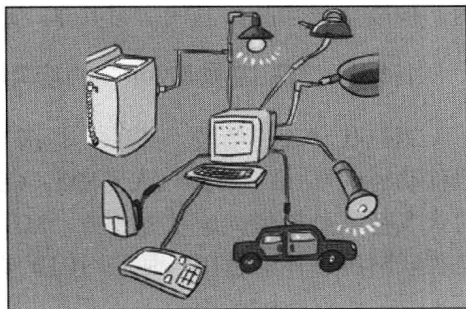


图 1.1 物联网的概念

1.1.3 射频识别在物联网中的应用

射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）就是应用一定的识别装置，通过被识别物品和识别装置之间的接近活动，自动获取、自动识读被识别物品的相关信息，并提供给计算机网络来完成后续相关处理的一种技术。射频识别采用无线射频技术，对每个单个物品自动进行标识和识别，并将数据实时更新，是构造全球物品信息实时共享的重要组成部分，是物联网的基石。

射频识别因应用不同其组成会有所不同，但基本都是由电子标签、读写器和计算机网络这三大部分组成。电子标签通过无线电波与读写器进行数据交换，读写器将读写命令传送到电子标签，再把电子标签返回的数据传送到计算机网络，计算机网络中的数据交换与管理信息系统负责完成电子标签数据信息的存储、管理和控制。射频识别的工作原理如图 1.2 所示。

射频识别的工作原理如下。

(1) 电子标签

电子标签附着在物体上，用于标识目标对象，每个电子标签具有唯一的电子编码，存储着被识别物体的相关信息。

(2) 读写器

RFID 系统工作时，一般首先由读写器发射一个特定的无线询问信号。当电子标签感应到这个询问信号后，就会给出应答信号，应答信号中包含有电子标签携带的物体数据信息。读写器接收应答信号并对其进行处理，然后将处理后的应答信号传递给外部的计算机网络。

(3) 计算机网络

射频识别系统会有多个读写器，每个读写器要同时对多个电子标签进行读写操作，并要处理数据信息，这需要计算机网络处理问题。读写器通过标准接口与计算机网络连接，计算机网络完成数据处理、传输和通信的功能。计算机网络是互联网的组成部分，其中的物品数据可以实时更新，从而将物品的信息纳入互联网，构成全球物品信息的实时共享，最终形成物联网。

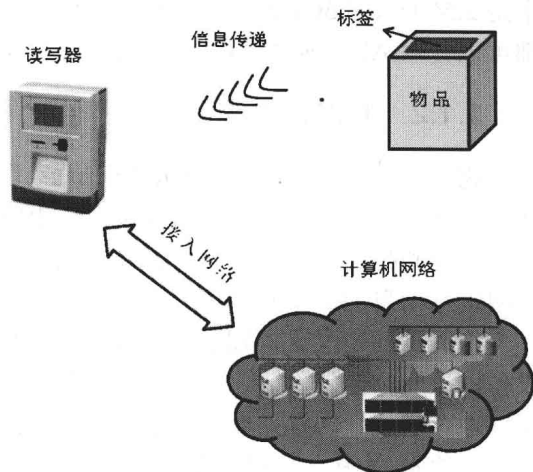


图 1.2 射频识别的工作原理

1.1.4 3G 在物联网中的应用

第三代移动通信技术 (3G) 是指支持高速数据传输的蜂窝移动通信技术。相对第一代模拟移动通信 (1G) 和第二代 GSM、CDMA 等数字移动通信 (2G)，第三代移动通信 (3G) 的代表特征是提供高速数据业务。3G 将无线通信与互联网相结合，使网络移动化成为现实，是物联网将物体信息接入互联网的重要平台。3G 接入互联网如图 1.3 所示。

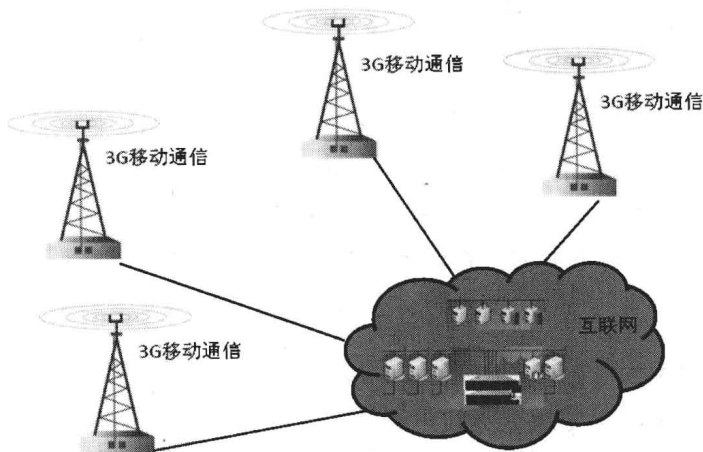


图 1.3 3G 接入互联网

物联网要求物体的信息可靠传输。“可靠传送”就是利用互联网的“神经末梢”，将物体的信息接入互联网，它将带来互联网的扩展。让网络的“神经末梢”高度发达，网络将无处不在。在技术方面，建设“无处不在的网络”不仅要依靠有线网络的发展，更要积极