

IT 先锋系列丛书

宽带固定无线网

BROADBAND FIXED WIRELESS NETWORKS

Neil P. Reid 著
廖建新 王晶 等译
王纯 李炜

**Mc
Graw
Hill** Education

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

IT 先锋系列丛书

宽带固定无线网

Neil P. Reid 著

廖建新 王 晶
王 纯 李 炜 等译

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

宽带固定无线网 / (美)里德(Reid, N. P.)著; 廖建新等译.

—北京: 人民邮电出版社, 2004. 1

(IT 先锋系列丛书)

ISBN 7-115-11851-5

I. 宽... II. ①里... ②廖... III. 宽带通信系统—无线电通信—通信网 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 104618 号

IT 先锋系列丛书

宽带固定无线网

◆ 著 Neil P. Reid

译 廖建新 王晶 王纯 李炜 等

责任编辑 梁 凝

◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129258

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 23.25

字数: 503 千字

2004 年 1 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2004 年 1 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2002-2458 号

ISBN 7-115-11851-5/TN · 2197

定价: 39.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

版 权 声 明

NEIL P. REID

Broadband Fixed Wireless Networks

ISBN: 0-07-213366-X

Copyright©2001 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Posts & Telecommunications Press.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳-希尔教育(亚洲)出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2002-2458 号

内 容 提 要

目前宽带固定无线 (BBFW) 网络发展非常迅速。本书涉及了 BBFW 的技术、经济、管制、部署、扩展及演进等多方面的内容。主要内容包括网络及宽带固定无线技术基础、BBFW 提供商的运营和市场战略、BBFW 网络部署及实现、无线技术及技术比较、相关标准及政府管制等。

本书主要读者对象为从事无线通信的管理人员、工程技术人员及网络运营商。

绪 言

宽带固定无线（Broadband Fixed Wireless, BBFW）领域是当前具有重要意义并引起人们极大兴趣的技术主题。该领域充满神秘而广泛的知识。因此，我一度很想把本书命名为“宽带固定无线的神秘生命”（“The Secret Life of Broadband Fixed Wireless”），但最终还是选择了现在这个更为精炼的名字。

在该领域，即使是最有经验的人的知识也仅局限于某个范围内。换句话说，他们的专业知识在某一个或两个主题领域内可以很深入，但无法在其他领域内同样深入。写本书的主要目的之一就是把所有的关键方面都能清楚地显示出来，它们非常重要却并非广为人知或被人们正确理解。

事实上，BBFW 涉及的范围极为广泛，包括技术、经济、管制、部署、扩展及演进等多方面的内容，其中每一个领域都需要具备深入的专业知识。尽管理解它们中的每一个都是极为重要的，据我所知，却没有一个涵盖所有这些信息的知识库。当我意识到许多人没有我收集了多年的关于 BBFW 各类主题的信息时，写这本书的目的和基本原则就很清楚了。

我希望这本书在两个关键方面体现价值：其一是向读者提供难以找到的信息，其二是提供一个涉及广阔领域知识的简单的参考指南。我力图达到的第三个目的是以读者易于理解的方式介绍这些知识。

祝读者在这个行业中取得成功。我希望读者能抽出时间对这本书提出反馈意见——如能收到您的意见，本人将不胜欣慰。

Neil P. Reid

关于作者

Neil P. Reid 是思科 (Cisco Systems) 的一位方案设计工程师，负责在全球范围内指导该公司 IP 固定无线解决方案方面工作的售前工程师，并为服务提供商市场设计固定无线产品需求。他在高技术领域具有 20 多年的从业经验，被公认为是本领域的权威，并在许多无线技术方面的美国国内及国际研讨会上担任过主讲人。

关于技术编辑

Mitch Taylor 是思科服务提供商部门 (Service Provider Line of Business) 的一位售前支持经理。在承担该职务前, 他所在的团队设计出了思科第一个宽带固定无线解决方案。Taylor 先生在 RF 通信系统领域有超过 18 年的从业经验, 在无线调制技术和网络设计方面具有全面深入的知识。在加入思科之前, 他在惠普 (Hewlett-Packard) (现在的安捷伦, Agilent Technologies) 从事定制微波测试解决方案的市场工作, 致力于先进信号模拟技术在通信市场上的应用。

Mike Tibodeau 是思科的一位方案设计工程师。在过去五年间, 他负责为企业和服务提供商提供核心及接入网体系结构。目前, 他主要为大城市区及多租户单元网络开发产品、技术和体系结构。

Mike 在弗吉尼亚大学 (University of Virginia) 获得系统工程学士学位, 系统工程及管理硕士学位, 专业方向为电信领域。

致 谢

如果说“全村尽力才能养好孩子”^{*}，要写出一本书也需要一个好的环境。具体到写一部技术书籍，除作者要研究大量内容外，更需要众多同行的验证，他们是真正的专家。

因此，下述人员不只是完成这本书的关键资源，也应该被看作是真正的世界级专家。我也很骄傲而充满感激地说：他们是我的朋友。

Mitch Taylor——众所周知的专家，BBFW 的技术权威，他出众的幽默感时时为我们带来快乐。他在这本书中留下的烙印是无法抹去的。如果说我曾遇到一位荣誉德克萨斯人，那无疑是他。

Chris Lewis——一位在市场上真正取得成功的技术和非技术书籍及文章作者。他是这个世界上最好的 IP 人士之一，受人尊敬的同行。感谢在 McGraw-Hill/Osborne 结识这位出色的人士。

Mike Tibodeau——业界最好的系统工程师之一。只要是出现与网络有关的问题，他总是及时出现并提供帮助。对他友善而尖锐的眼光及所带来的快乐深表谢意。

Dale Roznowski——Cisco Systems 一位正在升起的新星，一位具有优秀及罕有技术智慧的好朋友。

Bruce Alexander 和 Ron Seide——本书有关 802.11 方面内容的两位最主要的关键人员。多谢他们二位对第 13 章的技术编辑。这是能找到的最好的有关 802.11 技术领域中的两个人才。

McGraw-Hill/Osborne 的 Steven Elliot、Tracy Dunkelberger、Alexander Corona、Carolyn Welch 和 Bill McManus——他们是出版业的行家！无论从个人而言还是从专业而言他们都是杰出的人才。他们以快乐的态度和高超的专业技能投入工作，而且总是那么有耐心，易于合作，乐于助人。

John Nuno——我的经理。很难不去赞美这个在写作本书时已在 Cisco Systems 工作超过 11 年的人士。其领导才能在这个组织中非常著名，他对公司的贡献是无法超越的。同时，在本人的职业和专业目标方面，John 是我生命中最重要的三个人之一。

把最好的致谢留在最后——我出色的妻子 Mary，我所知道的在逆境中做得最好、在顺境中做得更好的人。她是而且永远是我最好的朋友、老师、欢乐来源和导航者。没有她的支持就没有这一切。并不是每一个妻子都必须与一名作者一起生活。

* 语出美国谚语 “It takes a village to raise a child.”

目 录

第一部分 网络及宽带固定无线技术基础

第1章 网络技术基础知识选要	1
1.1 最常用的 BBFW 术语和缩略语	1
1.2 网络及宽带固定无线基本原理	7
1.2.1 OSI 参考栈	8
1.2.2 传输控制协议/网际互联协议 (TCP/IP)	9
1.2.3 异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM)	15
1.2.4 第三层 BBFW 解决方案与第二层解决方案	18
1.2.5 运维支撑系统 (Operational System Support, OSS) 基础知识选要	20
1.2.6 完整网络解决方案的部件	22
第2章 无线类型	27
2.1 当今无线技术	27
2.2 住宅与商用系统的比较	28
2.3 典型的 BBFW 系统模块图	32
2.4 IP BBFW 服务	35
2.4.1 增加带宽	35
2.4.2 降低每月费用	35
2.4.3 提供附加服务	36
2.5 点到多点体系结构	37
2.6 超蜂窝及微蜂窝网络	39
第3章 射频基础知识选要	40
3.1 频率	41
3.2 功率传输	43
3.3 频段	44
3.4 调制方式	45
3.4.1 多径	49

3.4.2 OFDM	50
3.5 WLAN 扩展频谱	52
3.6 典型的 BBFW PT-PT RF 系统模块图	53
3.6.1 路由器或交换机	53
3.6.2 室外单元 (Outdoor Unit, ODU)	53
3.6.3 其他: 电缆, 连接器和天线杆	54
3.6.4 天线	54
3.7 视距系统的地球曲率计算	55

第二部分 BBFW 提供商的运营和市场战略

第 4 章 BBFW 与其他宽带方法的比较	57
4.1 宽带技术比较	57
4.1.1 光纤	59
4.1.2 DSL	60
4.1.3 电缆	60
4.1.4 BBFW	61
4.2 BBFW 的利与弊	61
4.2.1 BBFW 的优点	61
4.2.2 BBFW 的缺点	62
第 5 章 BBFW 的主要应用	66
5.1 IP BBFW 服务	66
5.1.1 虚拟专用网 (VPN)	66
5.1.2 内容数据网 (Content Data Networks, CDN)	69
5.1.3 区分服务	73
5.1.4 服务体系结构	74
5.2 无线局域网 (Wireless Local Area Networks, WLAN)	75
第 6 章 客户系统选择	76
6.1 客户类型	76
6.1.1 ILEC	76
6.1.2 CLEC	78
6.1.3 IXC	79
6.1.4 ISP	81
6.1.5 BLEC	81

6.2	客户交流问题	82
6.2.1	服务提供商的目标市场及客户利益	83
6.3	服务提供商的五个关键致胜策略	89
6.3.1	通过在缺乏宽带服务的地区开展业务满足被抑制的需求	89
6.3.2	知道首先部署何种服务	90
6.3.3	对 BBFW 目标客户区分优先级	90
6.3.4	配置易于演进到更高 QoS 服务的可扩展网络	90
6.3.5	在非许可证制无线系统上做出明智的决定	91
6.4	BBFW 的价值主张	91
6.5	SMB 接入的提供	92

第三部分 部署及实现

第 7 章	部署——要么成功要么毁灭的命题	93
7.1	部署阶段	93
7.1.1	初步站点评估	95
7.1.2	RF 站点勘测	95
7.1.3	电缆选路, 长度及连接器客户化, 为实现丢失率最小化进行选择	96
7.1.4	天线杆或天线塔的建造	97
7.1.5	雷电保护系统	97
7.1.6	机械化装配	98
7.1.7	建设	98
7.1.8	天线选择、指向及防风雨	98
7.1.9	最后装配、测试及文档编制	99
7.1.10	路由器和交换机的选择、集成、配置和文档编制	99
7.1.11	在本地仓库提供紧急备件	101
7.1.12	对通行权进行协商 (屋顶或天线塔租用)	101
7.2	部署合作伙伴的选择	102
7.2.1	FCC 证书 (对安装许可证制频率)	102
7.2.2	财务偿付能力	102
7.2.3	本地环境工作经验	103
7.2.4	资源的深度	103
7.2.5	杰出的后勤及项目管理	103
7.2.6	已与转包商建立的关系	104
7.2.7	本地许可	104
7.2.8	资金	104

7.2.9	系统集成	105
7.2.10	持续风险特性评估	105
7.3	WLAN (802.11) 部署问题	105
7.3.1	建筑物内部设计的考虑	106
7.3.2	安装样例	109

第四部分 无线技术

第 8 章	调制方式	113
8.1	调制方式	113
8.1.1	多径效应和 OFDM	117
8.1.2	WLAN 扩展频谱	123
8.2	双工技术	124
8.3	差错控制机制	125
第 9 章	系统性能指标	128
9.1	RF 设备选择	128
9.2	链路余量管理	129
9.2.1	链路指标	129
9.2.2	链路性能的参照	135
第 10 章	头端和 CPE 设备的差别	140
10.1	点到点体系结构	140
10.2	点到多点体系结构	141
10.2.1	无线设备	142
10.2.2	天线	143
10.2.3	路由器/交换机	144
10.2.4	从状态	145
10.2.5	不对称数据流	145
10.2.6	成本	146
10.2.7	应用	146
10.2.8	详细的 CPE 注册过程	147
第 11 章	BBFW 的安全性	150
11.1	与日俱增的安全性威胁	150
11.2	作为入侵媒质的 BBFW 链路接入	152

11.2.1	拒绝服务	152
11.2.2	盗取信息	152
11.2.3	盗用服务	152
11.2.4	使用网络作为傀儡	153
11.2.5	侵入 BBFW 链路的难题	154
11.2.6	极难被破解的目前最先进的调制方式, 如 OFDM、64QAM 等	155
11.2.7	目前最先进的 BBFW 链路的安全性	155
11.3	作为攻击媒质的有线接入	158
11.3.1	基于 UNIX 的黑客软件	160
11.3.2	病毒	160
11.3.3	病毒的 4 种类型	161
11.3.4	Web 浏览器的弱点	163
11.4	安全性总结	166
11.5	补充阅读	168
第 12 章	非许可证制 BBFW 与许可证制 BBFW 的比较	169
12.1	非许可证制频谱的优点	169
12.2	频谱共享	173
12.3	无线应用的移动性	173
12.4	通过间隔使用实现频谱的有效利用	173
12.5	在新的固定无线设备 and 应用方面的创新与研究	173
12.6	冲突的高度可能性以及与其他 U-NII 网络的共存	174
12.6.1	100% 的可用性	176
12.6.2	设备前高投资	177
12.6.3	确保不受干扰	177
12.6.4	确保链路不衰退	177
12.6.5	覆盖区受限	178
12.6.6	第三层选项	178
12.6.7	解决同信道干扰的方式	178
12.6.8	频段内的市场竞争	178
12.7	U-NII 作为光纤的最后一公里	179
12.7.1	光纤提供商不能足够接近大型建筑物	179
12.7.2	BBFW 服务提供商通常需要大的迂回路程管道	180
12.7.3	大型建筑物内的租户希望旁路本地电话公司的交换机	180
12.8	U-NII 作为 DSL 和电缆的延伸	180

12.9 非许可证制频谱和许可证制频谱的风险资本	180
12.9.1 BBFW 仍是新兴的宽带媒质	182
12.9.2 他们把广播许可证当作一种资产	183
12.9.3 对同信道干扰问题的解决	183
12.9.4 来自数量众多的 U-NII 区域性服务提供商的竞争	183
12.9.5 低估对频率选择进行管理执行的价值	183

第 13 章 802.11 无线局域网	184
13.1 无线局域网：最后 120m	184
13.1.1 宽带移动性	184
13.1.2 普遍计算	185
13.2 WLAN 无线系统	186
13.2.1 室外 WLAN 无线系统	186
13.2.2 数据与距离	188
13.2.3 室内 WLAN 无线系统和 WLAN 通信的 5 要素	189
13.2.4 红外 802.11	191
13.2.5 WLAN 的一般应用	191
13.2.6 室内与室外 WLAN 的比较	193
13.2.7 802.11 最常用的调制方式	198
13.2.8 802.11 站点勘测	202
13.2.9 典型站点勘测步骤	205
13.2.10 部署举例	208
13.3 802.11 WLAN 总结：一个竞争性的技术和标准	211

第五部分 技术比较

第 14 章 频率的选择	213
14.1 为选择确定基础	213
14.1.1 技术是容易的——但商业是困难的	213
14.1.2 基本商业问题	214
14.1.3 选择最适合频率的决策因素	217
14.1.4 决策表：哪种 BBFW 技术有优势	222
14.2 最后的分析	222

第六部分 标准

第 15 章 WLAN 标准的比较	225
--------------------------	-----

15.1 竞争的 WLAN 标准	225
15.1.1 802.11 标准	227
15.1.2 HomeRF 标准	229
15.1.3 蓝牙标准	229
第 16 章 技术标准	231
16.1 标准的全球化	231
16.2 早期技术采用者和标准	232
16.2.1 技术成熟性	233
16.2.2 基本设计的稳定性	233
16.2.3 互操作性	233
16.3 BBFW 和其他标准是怎样开发的	234
16.3.1 新技术引入	234
16.3.2 开发者表现出相对较高的兴趣	235
16.3.3 技术部署到先行者	235
16.3.4 一个或多个技术提供者定义标准	235
16.3.5 由标准化组织确立标准	236
16.3.6 技术提供商批准标准	236
16.4 BBFW 标准化组织和支持者	237
16.4.1 电气与电子工程师学会 (IEEE)	237
16.4.2 支持 IEEE 标准的 3 个关键 BBFW 实体	241
第七部分 政府及管制	
第 17 章 FCC	245
17.1 FCC 组织和专业局	245
17.2 FCC 职能办公室	246
17.3 无线通信局	247
17.3.1 非许可证制系统	248
17.3.2 通用许可证系统 (ULS)	248
17.3.3 拍卖	250
17.4 部署要求	256
第 18 章 许可证	258
18.1 美国的 BBFW 许可证	258
18.1.1 最大输出功率	261

18.1.2 美国最常见的 BBFW 许可证	262
18.2 许可证总结	267

第八部分 airBand 网络概述

第 19 章 网络部署：得克萨斯州达拉斯的 airBand 网络概述	269
附录 BBFW 相关的 Web 站点	276
术语表	279
索引	297
世界各地联系信息	354