

5M 时代

无 线 网 络 技 术 之 路

蒋群

魏璞

张宗光

等编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

5W 时代

无 线 网 络 技 术 之 路

蒋群
魏璞
张宗光
等编

化 学 工 业 出 版 社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

5W 时代: 无线网络技术之路/蒋群等编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 8
ISBN 7-5025-4736-3

I. 5… II. 蒋… III. 无线电通信-通信网-概况
IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 073367 号

5W 时代

无线网络技术之路

蒋 群 魏 璞 张宗光等 编

责任编辑: 李玉晖

责任校对: 凌亚男

封面设计: 张 昊

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787 毫米×960 毫米 1/18 印张 13¼ 字数 222 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4736-3/TP·337

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书结合现在社会的无线热潮，对无线技术的出生、现在一直到将来进行了展示。本书主要分为3部分。第一部分是基础知识部分，主要介绍无线通信的原理及相关的物理知识；第二部分是无线通信的核心部分，主要讲述目前采用的几种无线通信技术的特点、发展现状及前景展望，包括固定无线技术、移动无线技术、光学无线技术、无线个人区域网络和移动终端设备；第三部分对无线通信的前景进行了展望。

本书可以作为无线网络技术的入门读物。阅读本书，不需要读者具有任何无线、IP或者网络设计方面的知识。本书可供各种网络产品制造商、计算机设备及应用软件提供商、网络运营商及各相关专业人员全面掌握通信技术的发展历程和最新进展，也可供普通读者阅读了解目前全球最热门的无线网络通信新技术。



无线网络技术之路

前言

近年来，无线通信技术得到了突飞猛进的发展，它突破了有线通信的局限性，给随时随地的信息交流提供了极大的便利。20 世纪 80 年代第一代模拟通信系统的产生，是无线通信行业的一个里程碑；而第二代数字系统的到来，则更进一步提高了通信容量、音质，并且提供了一些低速的数字服务。目前在第二代数字系统中，GSM 是目前世界上最大的移动通信系统。

利用无线技术进行人们之间的通信已经给亿万人的生活带来了直接的影响。无线技术省去了困扰我们的物理线路，所以备受人们的喜欢，同时这也是这项技术得以快速发

展的一个重要的原因。随着社会的发展和技术的进步，通信技术正在进行着日新月异的发展。移动电话、寻呼机、PDA 在我们的生活中发挥着越来越重要的作用，这些十几年前还是很稀有的移动设备现在已经变得很普遍了。

在过去的 10 年中，使人们的生活发生了翻天覆地变化的另一项技术就是因特网技术。因特网是目前世界上最大的计算机网络系统，全球数万个计算机网络、数千万台主机通过它连接在一起。因特网上有了大量的信息资源，只要我们的计算机能连接到因特网，就可以享受它提供的全球信息资源服务。

时代

使用第二代数字通信系统和互联网技术，我们已经可以享受到很多的便利，但是人们的要求永远都是无止境的，同时一项技术的发展和进步也不会停下来。人们早就想把这两项给我们生活带来了极大变化的技术结合在一起，使信息的接入既不受信息源的限制，也不受接入者的位置的限制，实现随时、随地、随意上网的完全个人化的通信。我们已经迈进 5W 时代的大门，任何人在任何时间、任何地点接收来自任何人的任何信息（Whoever, Whenever, Wherever, Whomever, Whatever），这样的前景已不再遥远。如何实现我们掌上观世界的梦想呢？现在公认的答案就是第三代移动通信技术，也就是我们通常

所说的 3G 技术。经过国际电信局和世界上许多公司及机构的努力，2000 年 3 月诞生了 3G 移动通信技术标准的第一个正式的版本。从此以后，3G 技术的应用和 3G 移动通信设备就越来越多了。

无线技术应用得越来越广泛，人们了解它的愿望也就越来越迫切。正是基于这样的出发点，我们编写了本书，它可以成为初中级读者用来了解无线通信技术的良师益友。阅读本书，不需要读者具有任何的无线、IP 知识或者应用无线技术的设计经验等。在这个无线世界里，完全不懂无线技术的知识，可是很落后的噢。这本书将会把你带入无线的大门，并为

无线网络技术之路

你灌输相应的必需知识。

本书主要分为 3 部分。第一部分是基础知识，主要介绍无线通信的原理及相关的物理知识。书中从奥斯特发现电磁现象到马可尼第一次成功实现远距离通信的历史开始，触及了通信史上的每一次技术进步，和后来人们突破重重障碍，实现无线通信并且开始民用化的过程；另外还对进行无线通信的主要原理进行了详细的介绍。在这一部分的最后对无线通信技术在各个行业领域中的应用做了概括性的总结。

第二部分是无线通信的核心部分，主要讲述目前采用的几种无线通信技术，包括固定无线、移动无线、

光学无线技术、进行个人区域的网络通信时采用的主要技术及移动终端设备等。其中固定无线主要讲述了本地多点分配业务 (Local Multipoint Distribute Service, LMDS)、多点多信道分布业务 (Multipoint Multichannel Distribution System, MMDS)、无线本地环路 (Wireless Local Loop, WLL)、点对点微波 (PTP Microwave)、无线局域网 (Wireless local-area network, WLAN) 几种技术的特点、系统组成、发展现状及前景等，其中的重点是无线局域网。移动无线主要介绍目前最大的移动通信系统 GSM 系统的一些特征和 GSM 业务内容；针对 GSM 业务中存在的问题的解决方案，又介绍了 CDMA 技术；

另外还对 WAP (Wireless Application Protocol) 和 GPRS (General Packet Radio System) 两种技术进行了详细的讲解, 最后对 3G 技术进行了前景性的展望。光学无线技术先介绍了从最初的烽火台开始到后来的望远镜、光电话、光纤通信, 再到空间光通信的整个利用光进行通信的历史; 然后对空间光通信的特点、应用、发展及前景展望进行了详细的描述, 主要内容是空间光通信内容。在个人区域的网络通信中主要介绍了几种进行个人区域网络通信时采用的技术: 蓝牙、红外、HomeRF、IEEE802.11 的特点及它们之间优缺点的对比, 主要内容是现在已经有所应用的蓝牙技术的特点。移动终端设备主要就目前市场上

出现的产品介绍它们的特点和用途, 主要内容是手机和 PDA 的发展和现状。

第三部分是前景展望, 就目前的现状, 我们对无线通信的将来进行了合理的展望, 梦想了一下未来无线同心的美好前景。

参加本书编写的有蒋群、魏璞、张宗光、刘华、郝帅、徐辉、沈健、薛洋、刘剑锋、刘彪。由于时间关系, 本书的编写难免有疏漏之处, 希望大家多提宝贵意见!

编者

2003 年 6 月



目录

第一部分 无线基础	
第 1 章 无线进程	2
1.1 奠定基础	2
1.1.1 电	3
1.1.2 磁	4
1.1.3 电磁现象	5
1.1.4 有线传输	6
1.2 突破障碍	6
1.2.1 电磁波	6
1.2.2 无线技术的发明及初期应用	8
1.2.3 计算机和网络的发明	9
1.2.4 移动通信系统	11
1.3 无线原理	15
1.3.1 无线信号在电磁波上的传输	15
1.3.2 传输波形分析	15
1.3.3 无线信号的调制	16
1.3.4 基站和移动站	17
1.3.5 网络中的无线原理	18
1.3.6 信道及其管理	19
1.3.7 无线通信的控制	22
1.4 无线通信的现状与展望	23
第二部分 无线纵横	
第 2 章 固定无线技术	28
2.1 本地多点分配业务 (LMDS)	28
2.1.1 LMDS 的特点	29
2.1.2 LMDS 的系统构成	31
2.1.3 LMDS 的发展及前景	33
2.2 多点多信道分布业务 (MMDS)	35
2.2.1 MMDS 的特点	36
2.2.2 MMDS 的系统构成	38
2.2.3 MMDS 的发展及前景	39
2.3 无线本地环路 (WLL)	40

时代

2.3.1 WLL 的特点	40
2.3.2 WLL 的系统构成	41
2.3.3 WLL 的发展前景	42
2.4 点对点微波 (PTP Microwave) 技术	42
2.4.1 PTP Microwave 通信的 原理	43
2.4.2 PTP Microwave 通信的 设备	45
2.4.3 PTP Microwave 通信的 发展及前景	46
2.5 无线局域网	47
2.5.1 计算机网络	49
2.5.2 无线局域网的标准	56
2.5.3 无线局域网的组建	65
2.5.4 无线局域网的安全	66
2.5.5 无线局域网的应用及发展 前景	68

第 3 章 移动无线技术	76
3.1 GSM 和 GPRS	76
3.1.1 全球移动通信系统	76
3.1.2 GSM 的标准化	77
3.1.3 GSM 的业务	79
3.1.4 GSM 卡一般性能及其内 部结构	81
3.1.5 GPRS 及其主要服务	84
3.2 活跃的 WAP	88
3.2.1 WAP 的产生	88
3.2.2 WAP 的标准化	89
3.2.3 WAP 的结构	91
3.2.4 WAP 提供的服务	95
3.2.5 WAP 展望	97
3.3 3G 技术	97
3.3.1 移动通信技术的发展	98
3.3.2 5W 的梦想	103
3.3.3 第三代移动通信技术	104

3.3.4 第三代移动通信系统的 业务	107
第4章 光学无线技术	109
4.1 光通信的历史	109
4.2 空间光通信	116
第5章 无线个人区域网络	126
5.1 蓝牙	127
5.1.1 蓝牙历程	130
5.1.2 蓝牙的关键技术	133
5.1.3 蓝牙的系统组成	146
5.1.4 蓝牙技术的应用	155
5.1.5 蓝牙技术发展现状及 前景	159
5.2 HomeRF	164

5.3 红外	166
5.4 IEEE802.11	172
第6章 移动终端设备	175
6.1 移动终端发展的历程	176
6.2 移动终端产品的发展	181
6.3 移动终端发展的前景展望	185
第三部分 无线展望	
第7章 无线前景	190
7.1 未来移动通信的发展趋势	190
7.1.1 移动通信的现状	190
7.1.2 移动通信的发展趋势	192
7.2 中国无线展望	195
参考文献	199

第一部分

无线基础

第1章 无线进程

人类从利用烽火台传递信息到今天徜徉在信息世界，经历了漫长的历程。5W 的说法已经为大家所熟悉了。任何人在任何时间、任何地点接收来自任何人的任何信息（Whoever, Whenever, Wherever, Whomever, Whatever），必须要借助于无线技术的应用和发展。无线技术是不使用物理线路进行的点对点传送数据的方法。众所周知，无线通信与电磁现象有着密不可分的联系。早在远古时



图 1-1 雷电现象

代人类就观察到电磁现象。图 1-1 所示的雷电是人类认识电的开始。最初人们对雷电充满恐惧，这是人类想认识雷电却又没有能力认识的表现。可以说，从那个时候开始，人类已经开始踏入认识电磁现象的征程。直到奥斯特发现了电磁现象，人类对电磁现象的认识才真正取得突破性进展。马可尼第一次成功实现远距离的通信，开始了电磁理论在通信领域的应用。随后，人们在赫兹电磁波理论的引导下真正进入无线通信的世界。

从这个时候开始，人类才真正开始无线通信的道路。尽管早在两千年前人们就已经试图尝试使用烽火等方法进行无线远程联络，然而，只有利用不需要任何介质传输的能量才可能实现理想的无线通信，否则所谓的无线也只是换一种通信线路而已。基础理论出现了，应用的发展也是五花八门，人们会将这种技术应用到各个领域。从马可尼发送的第一个“S”字符到成熟的电报装置，从老式的汽车门自动控制装置到铺天盖地的 GSM 手机，无一不使无线通信技术锦上添花。

1.1 奠定基础

无线通信技术的发展依赖于对电磁现象的认识和对无线通信基础理论的把握，本节将从这两个方面阐述人类是如何奠定无线通信基础的。

虽然人们很早就发现电现象和磁现象，但最早的时候人们认为电和磁是完全独立的两类现象，它们之间不会存在任何关系，关于电和磁现象的认识也进展

缓慢。

1.1.1 电

有关电的记载可追溯到公元前6世纪。早在公元前585年，希腊哲学家泰勒斯已记载了用木块摩擦过的琥珀能够吸引碎草等轻小物体的现象，后来又有人发现摩擦过的煤玉也具有吸引轻小物体的能力。在以后的2000年中，这些现象被看成与磁石吸铁一样，属于物质具有的性质，此外没有什么其他重大的发现。在中国，西汉末年已有“礞瑁（玳瑁）吸侏（细小物体的意思）”的记载；晋朝时进一步还有关于摩擦起电引起放电现象的记载，“今人梳头，解著衣时，有随梳解结有光者，亦有咤声”。

1600年，英国物理学家吉伯发现，不仅琥珀和煤玉摩擦后能吸引轻小物体，而且相当多的物质经摩擦后也都具有吸引轻小物体的性质。他注意到这些物质经摩擦后并不具备磁石那种指南北的性质。为了表明与磁性的不同，他采用琥珀的希腊字母拼音把这种性质称为“电的”。吉伯在实验过程中制作了第一只验电器，这是一根中心固定可转动的金属细棒，当与摩擦过的琥珀靠近时，金属细棒可转动指向琥珀。

大约在1660年，马德堡的盖利克发明了第一台摩擦起电机，他用硫磺制成形如地球仪的可转动球体，用干燥的手掌或者其他物体摩擦转动球体，使之获得电荷，这种静电能够一直保持很久。盖利克的摩擦起电机经过不断改进，在静电实验研究中起着重要的作用，直到19世纪霍耳茨和推普勒分别发明感应起电机后才被取代。

18世纪人们对电的研究取得众多成果，对电的认识也迅速提高。1729年，英国的格雷在研究琥珀的电效应是否可传递给其他物体时发现导体和绝缘体的区别，他得出的结论是：金属导电，丝绸不导电，并且他第一次使人体带电。格雷的实验引起同时代的法国科学家迪费的注意。1733年迪费发现被绝缘体与其他物体隔开的金属也可摩擦起电，因此他得出所有物体都可摩擦起电的结论。后来，人们把玻璃上产生的电叫做“正电”，琥珀上产生的电与树脂产生的电，叫做“负电”。

1745年，荷兰莱顿的穆申布鲁克发明了能保存电的莱顿瓶。莱顿瓶的发明为电的进一步研究提供了条件，它对于电知识的传播起到了重要的作用。这个时候，美国的富兰克林做了许多有意义的工作，使得人们对电的认识更加丰富。1747年他根据实验提出：在正常条件下电是以一定的量存在于所有物质中的一种元素；电跟流体一样，摩擦的作用可以使它从一物体转移到另一物体，但不能

第一部分 无线基础

创造；任何孤立物体的电总量是不变的，这就是通常所说的电荷守恒定律。他把摩擦时物体获得的电的多余部分叫做带正电，物体失去电而不足的部分叫做带负电。早在 1749 年，富兰克林就注意到雷闪与放电有许多相同之处。1752 年他通过在雷雨天气将风筝放入云层，来进行雷击实验，证明了雷闪就是放电现象。在这个实验中最幸运的是富兰克林居然没有受到伤害。因为这是一个危险的实验，后来有人重复这种实验时遭电击身亡。富兰克林还建议用避雷针来防护建筑物免遭雷击，1745 年首先由狄维斯实现，这大概是电的第一个实际应用。

从 18 世纪后期开始，人们对电的认识开始逐步深入而进入量化的阶段。

1.1.2 磁

人们对磁的认识最早是从永磁体开始的。有些天然铁矿石在采出时就呈现磁性，古人称它为“慈石”，意为慈爱的石头，隐含了它能吸铁的特性。这个名称后来逐渐演化为“磁石”，俗称“吸铁石”。

在中国的《管子》一书中已有磁石和磁石引铁的记载，这应当不会晚于战国后期，即公元前四至前三世纪。汉初刘安（公元前 179～前 122）的《淮南子·览冥篇》中有“若以慈石之能连铁也，而取其引瓦，则难矣……”的记载。东汉王充（公元 27～约 97）的《论衡·乱龙篇》中有“顿牟摄芥，慈石引针（顿牟即琥珀；芥指芥菜子，统喻干草、纸等的微小屑末）”的记述。

欧美的有关科技文献常把磁石吸铁的记载远溯到古希腊的泰勒斯时期，这是根据亚里士多德的转述。根据这些记述可以认为，西方关于磁的最早记述始于公元前 500 年左右。

指南针是中国古代的四大发明之一，这在中国已是历史常识了。从磁石引铁的发现到指南针的发明和应用要经过一系列的观察、实验和工艺改进，这是一个相当长的历史时期。



图 1-2 中国古代的司南

公元 1044 年，北宋曾公亮、丁度等修撰的《武经总要》中有应用磁石的水浮型指南针制法的叙述。沈括的《梦溪笔谈》也记述了用丝悬起的或硬滑支点（如碗的边缘）平衡着的铁针做的实验，并说明铁针所指不是正南而微偏东。略晚于沈括的朱或所著的《萍洲可谈》（约于公元 1119 年问世）则已提

到广州海船在阴晦天气用指南针航海。图 1-2 所示就是中国古代的指南针——司南。

在欧洲,公元1190年以前没有一点关于磁石能指方向的史料,而在这一年航行于地中海的船上却有了指南针,很可能是由那时期进行中国和阿拉伯间贸易的海船传去的。英国科学家吉伯认为它是由马可·波罗(1254~1324)或其同时代人带回的,这样其实把这事推后了一个世纪。

虽然人们很早就开始认识磁现象,但直到完全认识电和磁现象的关系后,电磁现象才得到迅速发展,人们对电磁现象的认识也才得到迅速提高,进而进入应用的领域。

1.1.3 电磁现象

丹麦物理学家奥斯特在1820年发现,一条通过电流的导线会使其近处静悬着的磁针偏转,显示出电流在其周围的空间产生了磁场,这是证明电和磁现象有密切联系的第一个实验结果。紧接着,法国物理学家安培等通过实验和理论分析,阐明了载着电流的线圈产生磁场,电流线圈间存在相互作用的磁力。

奥斯特发现电流的磁场后不久,有些物理学家就想到是否有些物质(如铁)所表现的宏观磁性也来源于电流。那时还未发现电子,但关于物质构造的原子论已有不小的发展。安培首先提出,铁之所以显现强磁性,是因为组成铁块的分子内存在着永恒的电流环,这种电流没有像导体中电流所受到的那种阻力,并且电流环可因外来磁场的作用而自由地改变方向。这种电流在后来的文献中被称为“安培电流”或分子电流。

英国科学家法拉第热切地投身于磁铁和磁性相互作用的研究中。1831年,他得出了一个结论:要在闭合电路中感应出电流,必须得有一个变化的磁场存在。事实上,这个理论就是电磁感应的定义。法拉第为了验证他的这个理论,做了一个实验。他先把导线绕在一根空心的纸棒上做成线圈,再把线圈与电流计相连,最后在空心纸棒内来回移动一块磁铁。结果表明,就在磁铁移动的同时,电流计的指针也随着移动,线圈内确实产生了感应电流。这从实验上论证了必须有移动的磁场才能产生电磁感应的结论。在这个实验中,法拉第不仅发现了电磁感应现象,还发明了世界第一台发电机。法拉第的这一个重大发现为现代电磁技术的发展奠定了基础。

几乎就在法拉第进行电磁研究的同时,美国一位名叫亨利的教授成为第一位传输实用电信号的人。作为一位钟表制造者,亨利不断地制造电池并利用磁铁进行试验,他还把绝缘导线缠绕在铁心上制成了电磁铁。亨利所从事的自感理论的研究,揭示了电流的内部特性。那就是:如果电流正在流动,它就会通过自感的特性一直保持流动。他还发现了电流回路的配置,尤其是导线线圈影响自感的特

性。他的部分试验还涉及简单的信号发送。

亨利的研究得出了许多和法拉第相同的结论。法拉第赢得了出版那些发现的权利，亨利也因发现了与电磁波通信的方法而被人们牢记。尽管亨利本人并没有对电信号的发送进行深入的研究，但他帮助了一个名叫莫尔斯的人。1832年，莫尔斯研读了法拉第关于自感现象的描述，产生了实现被称为“电报”的新技术的想法。后来，亨利帮助莫尔斯建立了一个中继器，从而使电报可以不受距离的限制。这样，一种全球化的通信语言——莫尔斯编码诞生了。

1.1.4 有线传输

1844 美国人莫尔斯发明了莫尔斯电报码，并在华盛顿到巴尔迪摩 40 mile (约 64 km) 长的电报线上传递了第一条莫尔斯码编码的电报信号：“上帝创造了何等的奇迹！”莫尔斯电码采用点与划的组合来表示字母与数字，把复杂的信息简单化为点、划两个信号组成的一系列电信号，这就是人类历史上第一次忽略信息内容而只在信道上传递它的形式信号。

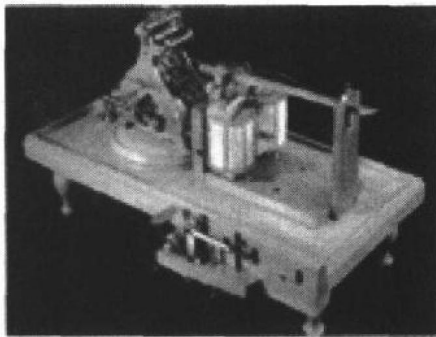


图 1-3 贝尔电话机

1876 年 6 月 25 日，贝尔在纪念美国独立 100 周年的费城展览会上展出了他的伟大发明——电话机。这一次是在信道上传递语音信息的又一种形式信号——音频电信号，并在受话端电话机上还原成语音信息。图 1-3 就是贝尔电话机的样子。

像许多伟大的发明一样，电报的出现使通信领域发生了革命性的变化，它几乎取代了其他的所有通信方式，包括快马邮递服务。

然而，这并不表示科学的进步就此终止，具有广阔前景的无线传输技术将带领人们突破障碍。

1.2 突破障碍

除了古老的烽火或者大声吼叫，无线通信惟一能够使用的传输工具就是电磁波。可以说，电磁波的出现使人们突破障碍成为可能。

1.2.1 电磁波

向水面投掷石块，水面会泛起水波；拨动琴弦，空气中激起声波，这些是我们看得见、听得到的。除此之外，还有很多我们肉眼看不见、耳朵听不着的波，