

现代  通信技术丛书

TDMA

空中接口技术

孙宇彤 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

现代移动通信技术丛书

TDMA 空中接口技术

孙宇彤 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

TDMA 空中接口技术 / 孙宇彤编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.12
(现代移动通信技术丛书)

ISBN 7-115-10835-8

I. T... II. 孙... III. 移动通信—通信系统—接口 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 085688 号

内 容 提 要

本书的内容由三部分组成, 第一部分(基础篇)包括第一至四章, 介绍了移动通信系统和空中接口技术的相关基础知识; 第二部分(PHS 篇)包括第五章至十一章, 介绍了 PHS 空中接口的特点和结构, 深入分析了 PHS 空中接口的处理机制和处理流程; 第三部分(GSM 篇)包括第十二至二十章, 介绍了 GSM 空中接口的特点和结构, 深入分析了 GSM 空中接口的处理机制和处理流程。本书的附录为相关术语和缩略语, 以方便读者阅读时参考。

本书主要读者对象为从事移动通信及小灵通系统的工程技术人员。

现代移动通信技术丛书

TDMA 空中接口技术

◆ 编 著 孙宇彤

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

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 12.75

字数: 301 千字

2002 年 12 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2002 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10835-8/TN · 1968

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

TDMA 空中接口技术是移动通信系统的主要技术，本书围绕 TDMA 空中接口技术，集中展示 TDMA 空中接口是什么，TDMA 空中接口是怎样工作的和为什么要这样工作，力求让读者能了解 TDMA 空中接口技术的方方面面。

本书各个章节的内容如下：

第一章：主要介绍了移动通信系统的特点、应用和发展及空中接口的定义。

第二章：主要介绍了影响无线电波传输的因素、无线信道的特点和天线的原理。

第三章：主要介绍了移动通信系统业务处理的流程，移动通信系统的工作方式和多址方式，并介绍了分析移动通信系统的 OSI 七层参考模型。

第四章：主要介绍了空中接口的处理机制，包括终端如何发现基站、网络如何发现终端、鉴权、加密和切换。

第五章：主要介绍了 PHS 系统的特点、应用和结构，PHS 空中接口标准 RCR STD-28 的版本，PHS 空中接口的业务特点、基本参数和频率分布表，分层协议。

第六章：主要介绍了 PHS 空中接口的结构，包括空中接口的帧结构、时隙的结构、时隙的时间和频率选择机制，逻辑信道的种类和功能，超帧的结构和逻辑控制信道的结构。

第七章：主要介绍了 PHS 空中接口的信号处理方法，包括语音编码、信道编码和调制方法。

第八章：主要介绍了 PHS 空中接口的链路信道建立过程，包括建立链路信道所需的参数、消息以及系统参数收发机制和建立链路信道的过程。

第九章：主要介绍了 PHS 空中接口的业务信道建立过程中所需的链路信道的特点，包括信道的物理层、链路层和网络层的结构，链路层的工作方式和网络层的结构。

第十章：主要介绍了 PHS 空中接口的基本协议流程，包括主叫、被叫、呼叫释放和位置登记等协议流程。

第十一章：主要介绍了 PHS 空中接口的切换机制和切换流程。

第十二章：主要介绍了 GSM 系统的特点、应用和系统结构，GSM 空中接口标准的版本、基本参数和频率分布表。

第十三章：主要介绍了 GSM 空中接口的关键技术，包括频率规划、跳频、自适应和功率控制技术。

第十四章：主要介绍了 GSM 空中接口的结构，包括空中接口的帧结构、时隙的结构、时隙的时间和频率参数，逻辑信道的种类和功能，复帧、超帧和超高帧的结构。

第十五章：主要介绍了 GSM 空中接口的信号处理方法，包括语音编码、信道编码、调制和解调。

第十六章：主要介绍了 GSM 空中接口的信令，包括协议的物理层结构、链路层结构和网络层结构以及相应的功能。

第十七章：主要介绍了 GSM 空中接口的处理机制，包括系统信息的广播、寻呼消息的广播以及 RR、MM 和 CC 实体的处理机制。

第十八章：主要介绍了 GSM 空中接口的呼叫流程，包括主叫、被叫、挂机和位置登记的协议流程。

第十九章：主要介绍了 GSM 空中接口的切换种类，切换的机制和切换的协议流程。

第二十章：主要介绍了 GSM 空中接口的短消息业务，短消息的机制和短消息的协议流程。

本书选择 PHS 空中接口作为讲解 TDMA 空中接口的起点，因为 PHS 空中接口相对简单，便于理解。当然 GSM 空中接口是本书的重点，相信通过 PHS 空中接口的介绍，读者能够更加容易掌握 GSM 空中接口的相关内容。

读者有任何问题，可以与笔者联系(Email:ytsun@utstar.com)。

孙宇彤

于 2002 年暮春

目 录

基 础 篇

第一章 概述.....	2
1.1 引言	2
1.2 移动通信系统	2
1.3 空中接口	5
1.3.1 接口	5
1.3.2 空中接口	6
1.3.3 业务	6
1.4 小结	7
第二章 无线通信基础	8
2.1 引言	8
2.2 无线电波传输要点	8
2.2.1 频率	8
2.2.2 强度	9
2.2.3 空间效应	9
2.2.4 阴影效应	10
2.2.5 多径效应	10
2.3 移动信道特点	10
2.4 天线	11
2.4.1 天线原理	11
2.4.2 天线参数	12
2.5 小结	13
第三章 空中接口基础	14
3.1 引言	14
3.2 业务的处理流程	14
3.3 语音编码	14
3.4 信道编码	16
3.5 调制与解调	16
3.5.1 调制	16
3.5.2 解调	17

3.6	工作方式	18
3.7	多址方式	18
3.8	OSI 七层结构	20
3.8.1	分层服务	21
3.8.2	物理层	22
3.8.3	链路层	22
3.8.4	网络层	22
3.9	小结	22
第四章	空中接口处理机制	23
4.1	引言	23
4.2	空中接口任务	23
4.3	基站发现	23
4.4	终端发现	24
4.5	身份识别	25
4.6	安全	26
4.7	切换	27
4.8	小结	28

PHS 篇

第五章	PHS 空中接口概述	30
5.1	引言	30
5.2	PHS 简介	30
5.3	PHS 空中接口	31
5.4	PHS 业务	32
5.5	PHS 空中接口特性	33
5.5.1	载波频率	33
5.5.2	发射功率	36
5.5.3	灵敏度	36
5.5.4	手机显示场强精度	36
5.5.5	误码率门限	36
5.6	协议分层	36
5.6.1	物理层	36
5.6.2	链路层	37
5.6.3	网络层	37
5.7	小结	37

第六章 PHS 空中接口的结构	38
6.1 引言	38
6.2 空中接口的物理结构	38
6.2.1 空中接口的帧结构	38
6.2.2 时隙的结构	39
6.2.3 时隙的时间和频率选择机制	40
6.3 PHS 的逻辑信道	42
6.3.1 逻辑信道的种类	42
6.3.2 协议分段与逻辑信道	43
6.4 标识	44
6.4.1 区域定义	44
6.4.2 设备号	44
6.4.3 CI	45
6.5 PHS 的逻辑信道结构	46
6.5.1 BCCH 的结构	46
6.5.2 PCH 的结构	46
6.5.3 SCCH 的结构	47
6.5.4 同步突发脉冲的结构	47
6.5.5 TCH 的结构	48
6.5.6 FACCH 的结构	48
6.6 超帧结构	48
6.7 小结	51
第七章 PHS 信号处理	52
7.1 引言	52
7.2 信号的处理过程	52
7.3 语音编码	52
7.4 信道编码	53
7.4.1 CRC	53
7.4.2 信道扰码	54
7.4.3 用户扰码	55
7.5 调制	55
7.6 小结	56
第八章 建立链路信道	57
8.1 引言	57
8.2 链路信道建立的前提	57
8.2.1 系统参数类型	57
8.2.2 系统主要参数	58

8.3	系统参数收发机制	58
8.3.1	系统参数广播机制	58
8.3.2	系统参数接收机制	59
8.4	建立链路信道的相关消息	60
8.5	链路信道建立流程	61
8.5.1	主叫	61
8.5.2	被叫	62
8.5.3	链路信道建立流程	63
8.5.4	超帧结构与链路信道建立	64
8.6	小结	65
第九章	链路信道	66
9.1	引言	66
9.2	链路信道的层次结构	66
9.2.1	SACCH 的结构	66
9.2.2	FACCH 的结构	68
9.3	链路层的工作方式	69
9.3.1	多帧传输机制	69
9.3.2	LAPDC 的帧类型	70
9.3.3	链路层通信过程	72
9.4	网络层结构	73
9.4.1	RT、MM 结构	74
9.4.2	CC 结构	76
9.5	小结	78
第十章	协议流程	79
10.1	引言	79
10.2	主叫	79
10.3	被叫	81
10.4	挂机	83
10.5	位置登记	84
10.6	异常呼叫	84
10.7	小结	85
第十一章	PHS 的切换	86
11.1	引言	86
11.2	PHS 的切换机制	86
11.2.1	终端状态	86
11.2.2	切换模式	86

11.2.3 区域信息	87
11.3 待机切换	88
11.4 通信切换	88
11.4.1 切换原因	88
11.4.2 切换方式	89
11.4.3 切换流程	90
11.5 小结	94

GSM 篇

第十二章 GSM 概述	96
12.1 引言	96
12.2 GSM 简介	96
12.3 GSM 空中接口规范	98
12.4 GSM 业务	99
12.5 GSM 空中接口参数	101
12.6 小结	105
第十三章 GSM 空中接口的关键技术	106
13.1 引言	106
13.2 频率规划	106
13.3 跳频技术	108
13.4 自适应技术	110
13.5 功率控制技术	111
13.6 小结	111
第十四章 GSM 空中接口的结构	112
14.1 引言	112
14.2 空中接口的物理结构	112
14.2.1 空中接口的帧结构	112
14.2.2 突发脉冲的结构	112
14.2.3 时隙的时间和频率参数	114
14.3 GSM 的逻辑信道	114
14.3.1 逻辑信道的种类	115
14.3.2 逻辑信道的功能	115
14.3.3 逻辑信道的时间和频率特性	116
14.4 GSM 的复帧、超帧和超高帧	116
14.4.1 复帧	117
14.4.2 超帧和超高帧	120

14.5 小结	121
第十五章 GSM 的信号处理	122
15.1 引言	122
15.2 信号的处理过程	122
15.3 语音编码	122
15.3.1 语音编解码流程	122
15.3.2 语音编码方法	124
15.3.3 语音解码方法	124
15.4 信道编码	125
15.4.1 语音的信道编码	125
15.4.2 数据的信道编码	126
15.4.3 信令的信道编码	127
15.4.4 数据块特点	128
15.4.5 交织	129
15.4.6 信道编码特点	135
15.5 调制	136
15.6 小结	137
第十六章 GSM 空中接口的信令	138
16.1 引言	138
16.2 物理层	138
16.3 链路层	139
16.3.1 地址	140
16.3.2 控制	140
16.3.3 长度指示	140
16.3.4 信息	141
16.3.5 填充	141
16.4 网络层	141
16.5 小结	145
第十七章 GSM 空中接口的处理机制	146
17.1 引言	146
17.2 系统信息的广播	146
17.2.1 标识	146
17.2.2 系统信息收发机制	147
17.3 寻呼消息	150
17.4 RR	151
17.4.1 连接的建立	151

17.4.2	连接的切换	152
17.4.3	连接的释放	152
17.4.4	加密模式的设置	152
17.5	MM	153
17.5.1	TMSI 的分配	153
17.5.2	鉴权	153
17.5.3	位置更新	153
17.5.4	IMSI 的管理	154
17.6	CC	154
17.6.1	呼叫的建立	154
17.6.2	呼叫的释放	155
17.7	小结	155
第十八章	GSM 的呼叫流程	156
18.1	引言	156
18.2	主叫	156
18.3	被叫	158
18.4	挂机	159
18.5	位置更新	160
18.6	异常呼叫	161
18.7	小结	162
第十九章	GSM 的切换	164
19.1	引言	164
19.2	切换	164
19.2.1	终端状态	164
19.2.2	切换种类	164
19.3	待机切换	165
19.3.1	小区选择	165
19.3.2	小区重选	166
19.4	通信切换	166
19.5	切换流程	167
19.6	小结	168
第二十章	GSM 的短消息	169
20.1	引言	169
20.2	短消息	169
20.2.1	SMS 的协议结构	169
20.2.2	SMS 的物理层和链路层	170

20.2.3	SMS 的消息	171
20.2.4	SMS 的处理机制	173
20.2.5	SMS 的协议流程	174
20.3	小区广播	176
20.4	小结	177

附录

附录一	术语表	180
附录二	缩略语表	185

基础篇

第一章 概 述

1.1 引 言

本章主要介绍移动通信系统的特点、应用、发展和空中接口的定义。

1.2 移动通信系统

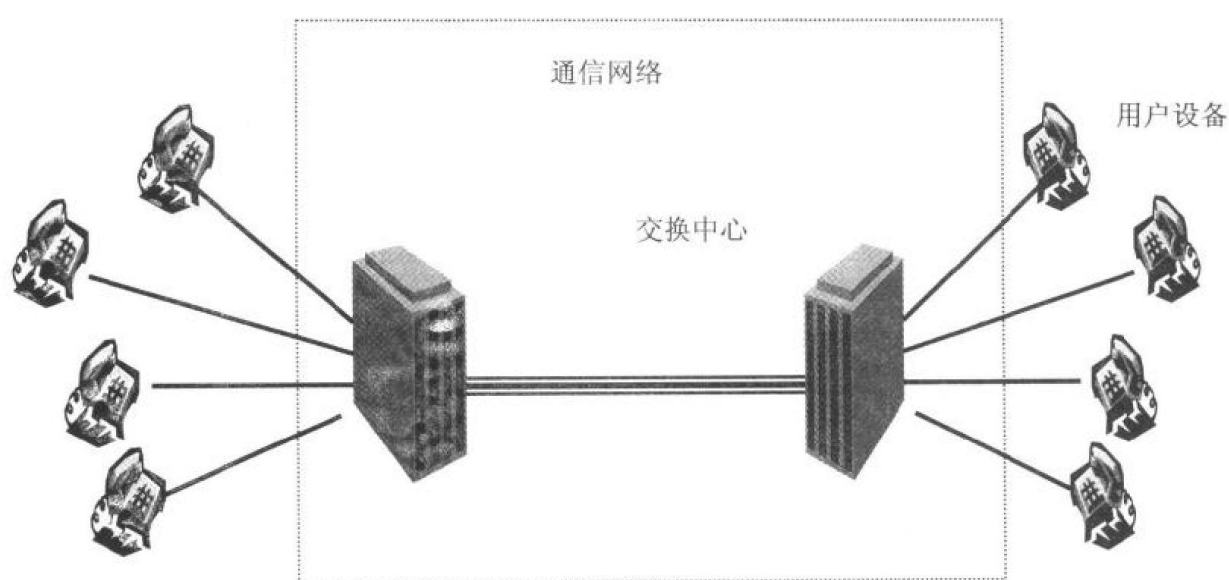


图 1.1 通信系统的结构图

图 1.1 给出的是通信系统的结构，它包括用户设备和通信网络两大部分。通信系统中用户接触最多的是形形色色的用户设备，其中最常见的用户设备就是电话机。用户设备往往也称为用户终端，用户利用用户终端得到通信网络的服务。通信网络由交换设备、传输设备、接入设备等组成。根据用户终端的不同，通信系统分为固定通信系统和移动通信系统，固定通信系统中用户终端的位置是固定的，移动通信系统中用户终端的位置是可移动的。

普通电话是固定的用户终端，电话装在固定的位置，使用电话必须在电话插座附近。固定电话满足了人们远距离交流的需要，却满足不了人们的另外一种渴望——随时随地、自由自在地交流。

移动通信系统中的移动终端(手机)就是帮助人们摆脱电话线束缚的终端。可以移动的终端利用无线电波来传递信息，摆脱了线路的束缚，用户可以行动自如，甚至到另外一个城市或国家使用，大大拓展了活动空间。

移动通信系统有很多种，与普通用户接触最多的是陆地移动通信系统，其通信网络的位置一般是固定的。本书介绍的是陆地移动通信系统。

移动通信系统的用户终端有时也称为手持终端，以下简称为终端。在移动通信网络中，有一种设备专门负责与终端打交道，称为基站。终端通过基站与通信网络相连。当然，基站与终端之间是利用无线电波来完成信息的交流的。基站相当于移动通信系统的用户接入部分，移动通信网络的其他部分称为核心网络。每个基站都有其业务覆盖范围，为了保证充分的业务覆盖，移动通信系统中往往需要安装很多基站。

移动通信系统的结构如图 1.2 所示。

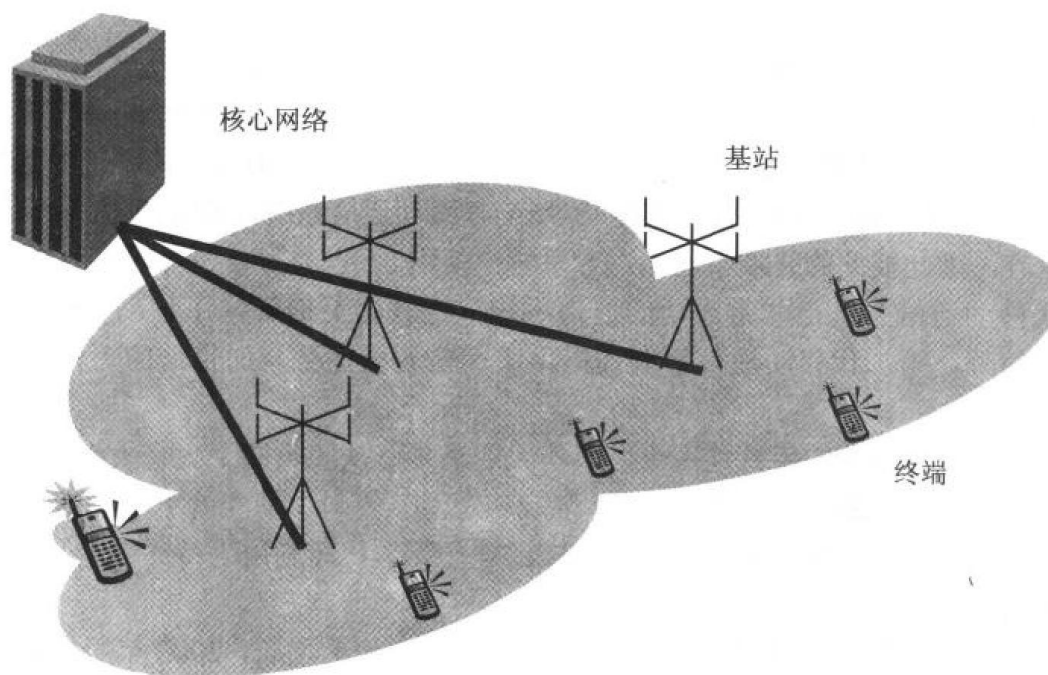


图 1.2 移动通信系统的结构

为移动的用户提供通信服务是件非常复杂的工作，移动通信系统与固定通信系统相比，至少需要增加如下一些处理：

(1) 移动的用户如何与通信网络联系

移动通信系统的终端是通过无线电波与通信网络相联系的，由于终端位置不固定，因此终端找到通信网络是移动通信的首要问题。

(2) 通信网络如何找到移动的用户

另外一方面，通信网络也需要找到用户，比如通信网络呼叫用户的时候，如果找不到用户，也就无法为用户提供相应的服务。

(3) 通信网络如何为移动的用户提供恰当的服务

在固定通信系统中，用户都有固定的位置，确定用户的身份非常简单。移动通信系统中情况就大不相同了，由于用户位置的可移动性，确定用户的身份相当麻烦。而确定用户的身份，是为用户提供恰当服务的前提。

(4) 通信网络如何保证移动的用户通信的可靠性

无线电波是开放的，容易被监听，因此移动通信系统需要保证用户通信的可靠性，即安全性。

(5) 通信网络如何保证移动的用户通信的连续性

移动用户在通话过程中位置会不断的变动，通话环境也随之变化，这种情况下，保证用

户通话连续不中断也是一项艰巨的任务。

正因为移动通信如此复杂，因此直到 20 世纪 80 年代初，随着半导体、集成电路和计算机技术的飞速发展，才实现了人们移动通信的理想。

1979 年美国开通了模拟移动通信系统，开创了移动通信的先河。模拟移动通信系统是第一代的移动通信技术，简称 1G。模拟移动通信系统基本实现了移动用户之间的通信，具有划时代的意义。但模拟移动通信系统在功能上有明显的缺点，比如安全保密性差、系统容量小、终端功能弱等等。

于是人们开始研究下一代的移动通信系统——数字移动通信系统。欧洲行动最为迅速，在 20 世纪 90 年代初完成了 GSM 的标准，并成功实施，从此，移动通信进入了第二代，简称 2G。同属于第二代移动通信系统还有由日本发展的 PHS 和美国发展的窄带 CDMA（空中接口 IS-95A，以下 CDMA 不加说明，都指 IS-95A）等移动通信系统。GSM、PHS 和窄带 CDMA 系统互不兼容，因此彼此的终端不能在对方系统中使用。

第二代移动通信系统是非常成功的通信系统，比较完美地解决了移动中的语音通信。除了语音通信外，第二代移动通信系统还提供了一些数据业务，如目前的短消息、WAP 等业务。

第二代移动通信系统的手持终端也有了极大的进步，从笨重的“大哥大”发展到了如今小巧轻便的手机，至于录音、电话号码簿、游戏和短消息等附加功能就更不在话下了。目前，大屏幕、彩色、PDA 已经成为新一代手持终端的理想配置，而利用手持终端购物也许会引发下一个应用热潮。

从图 1.3 中可以看出，全球移动通信用户一直呈现快速的增长，2002 年用户数将突破 10 亿大关，在不少国家移动通信用户数目甚至超过了固定电话用户的数目。中国也不例外，移动通信用户数量从 2001 年 5 月的 8240 万增至 2002 年 4 月的 1.6 亿户。中国已经成为世界移动通信用户数量最多的国家。

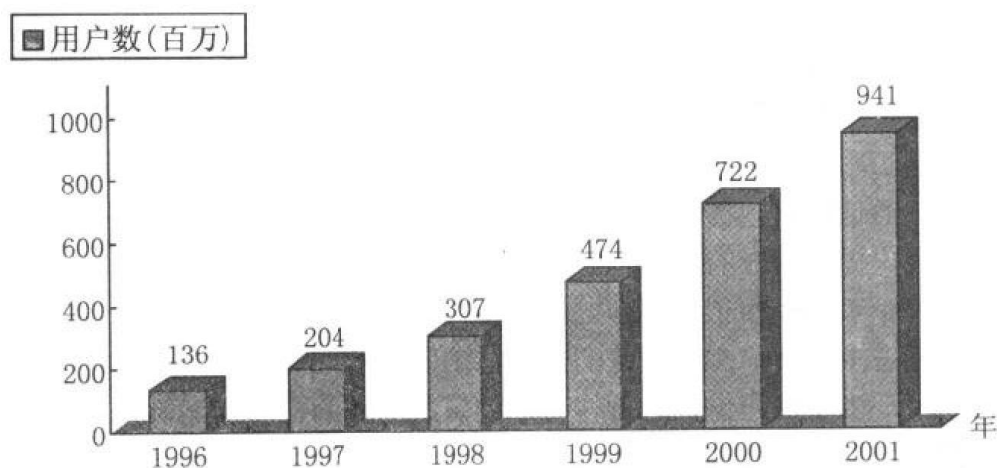


图 1.3 全球移动通信用户数量增长示意图

21 世纪人们对移动通信的期待更高，宽带化成为移动通信系统发展的下一个方向，这就是第三代移动通信系统，简称 3G。目前 3G 还在标准化的过程中，离正式投入商用还有一段时间，其市场价值还需要验证。3G 已经发展出五大流派，其中 WCDMA、cdma2000 和