

内 容 提 要

GPS 是美国研制的先进无线电定位系统,现已广泛用于航空/航海导航、大地测量、遥感、石油勘探、地震测量、野外救生、探险、森林防火、飞机播种、农田耕种、车辆自主导航、特种车辆(警车、银行车)导航/监控及机场/港口交通管理等领域。本书介绍了 GPS 原理、技术、有关 GPS 的最新政策、国外 GPS 在各民用和军用领域的应用情况,特别是在中国各领域的应用情况,最后附有 GPS 产品分类及近 200 家国内外 GPS 生产商地址,全书含照片 129 幅,图文并茂,内容丰富。对国内 GPS 接收机用户、经销商和从事 GPS 技术研究和应用开发的有关科研单位以及大专院校有关专业师生均有一定参考价值。

责任编辑:王刀
李彬

图书在版编目(CIP)数据

GPS 技术、应用与市场/邓中卫编著. —北京:航空工业出版社,1996.11
ISBN 7-80134-037-X

I. G… II. 邓… III. 全球定位系统(GPS) IV. P228

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 08264 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京航伟彩印厂印刷

全国各地新华书店经售

1996 年 11 月第 1 版

1996 年 11 月第 1 次印刷

开本:787×1092, 1/16

印张:16.25 字数:390 千字

印数:1—2000

定价:65.00 元

前 言

GPS 系统是由美国国防部出资 100 亿美元开发的一种最新无线电导航系统,该系统具有高精度、全天候、全球覆盖能力,将于本世纪末取代所有的其它无线电导航系统。现在 GPS 系统的全部 24 颗卫星已部署完毕,整个系统已投入运行,美国政府已应允,GPS 系统将在相当长的一段时间内免费供全世界用户使用。

正如人们所说:“GPS 的应用,仅受人们的想象力制约。”GPS 自问世以来,已充分显示了其在无线电导航、定位领域的霸主地位。在海湾战争中,GPS 为美国及其盟军以极少的代价,在短时间内取得胜利起到了重要作用。许多民用领域也由于 GPS 的出现而产生革命性变化:美国已于 1994 年 7 月宣布放弃它已投巨资研制并准备于 1998 年取代现有仪表着陆系统(ILS)的微波着陆系统(MLS),取而代之的是差分 GPS(DGPS)。目前,GPS 不仅在美国及其盟国的军队中广泛用于导航、定位,几乎全世界所有需要导航、定位的用户,都被 GPS 的高精度、全天候、全球覆盖、方便灵活和优质价廉所吸引。GPS 现已广泛用于航空/航海导航、大地测量、遥感、石油勘探、地震测量、野外救生、探险、森林防火、飞机播种、农田耕种、车辆自主导航、特种车辆(警车、银行车)导航/监控及机场/港口交通管理等领域。

我国的 GPS 应用发展势头迅猛,短短几年,GPS 在我国的应用已从少数科研单位和军用部门迅速扩展到各个民用领域,GPS 的广泛应用改变人们的工作方式,提高了工作效率,带来了巨大的经济效益。可以说,GPS 在我国的应用前景是无限的,市场是巨大的。

本书概述了 GPS 原理、有关 GPS 的最新政策、国外 GPS 在各民用和军用领域的应用情况,特别是在中国各领域的应用情况,最后附有 GPS 产品分类及近 200 家国内外 GPS 生产商地址,全书有照片 129 幅。在 95 年出版了《世界 GPS 接收机手册》后,依据读者反馈意见,在本书第一篇“公司与产品”中增加了 GPS 生产商介绍和产品图片,有关型号的具体性能数据可参见《世界 GPS 接收机手册》。文中介绍的有关技术、方法参考了大量国外资料,只作为 GPS 领域的同行了解国外信息的参考。

由于作者水平所限,文中定有不少错误之处,恳请各位专家指正。

在编写过程中,得到北京航空航天大学电子工程系丁子明教授很多帮助,在此表示衷心感谢!

编 者

1996 年 5 月 17 日

PREFACE

GPS is deployed and operated by the U. S. Department of Defense. During the developmental and experimental phases, the GPS gained rapid growth in popularity as it served a wide array of positioning needs. This popularity continues to increase as new uses and users seem to emerge almost continuously. The GPS system is revolutionizing the practice of surveying and positioning. GPS will replace all of the other radio navigation systems by the end of this century.

Now, GPS have been used in many fields, such as navigation, surveying, positioning, rescue and emergency service, aircraft approach and landing, ATC/ATM, ground traffic monitoring etc., in China. To meet the needs of surveyors, engineers, and many GPS users for the information about GPS, we publish the book. The content is shown below:

Chapter 1: World GPS Industry Survey

Chapter 2: GPS Theory and Technology

- Radio Navigation System

- Differential GPS

- Integrity of GPS

- Aircraft Approaching and Landing System

Chapter 3: Policy and Application of GPS

- The U. S. policy about GPS

- GPS Implementation Plan for Air Navigation and Landing (FAA)

- The Application of GPS in ATC

- Future Air Navigation System (FANS)

- Civil Application of GPS

- Military Application of GPS

- The GPS in Gulf War

Chapter 4: GPS in China

Appendix a: GPS-and GLONASS-related products and companies

Appendix b: Company Directory

Appendix c: Some popular GPS-related Internet sites and some GPS-related companies' Internet site

I would like to express my appreciation to Ding Ziming, professor of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, who gave me much help.

EDITOR

1996.5

目 录

第一篇 公司与产品

北京汇洲公司.....	1	Intelligent Databases International Ltd.	28
ACCQPOINT Communications Corporation	4	Interphase Technologies, Inc.	28
Aerodata	4	Interstate Electronics Corp.	28
Alcatel Air Navigation Systems GmbH ...	4	ITT Defense & Electronics	33
Allen Osborne Associates	6	Japan Radio Company, Ltd.	33
AlliedSignal General Aviation	7	Koden Electronics Co.,Ltd	36
Apelco Marine Electronics	9	Leica, Inc.	38
ARINC	9	Litton Aero Products Div.	38
Arrowsmith Shelburne	10	Lowrance Electronics	39
Ashtech, Inc.	11	Magellan Systems	39
ASM	12	Magnavox	40
Austron, Inc.	13	Mann Avionics Limited	41
Azimuth Ltd.	13	Micrologic, Inc.	41
Bancomm	14	Micro Pulse Incorporated	41
Blue Marble Geographics	15	Motorola, Inc.	42
Canadian Marconi Co. (CMC)	15	Motorola PNSB	42
C & MT	16	Navigation Data Systems Inc.	43
Coded Communications	18	Navigato A/S	43
Corvallis Microtechnology	18	Navstar Systems Limited	44
Datum Inc.	18	Northern Telecom Limited	44
Del Norte	18	NORTHSTAR AVIONICS	46
Dextra Technology Corp.	21	NovAtel Communications Ltd.	48
Differential Corrections Inc.	21	Odetics Precision Time Div.	50
DSDC	22	Panasonic	50
Eagle Electronics	22	Paravant Computer Systems	50
Flight Components AG	23	Premier GPS Inc.	50
Furuno Electric Co., Ltd.	23	RACAL	51
GARMIN International	23	Rockwell CACD	53
GEC Marconi	25	Rockwell International Corp.	54
GESSA	25	Rokar International, Ltd.	54
Honeywell	25	Seatex Kongsberg	54
Humminbird	26	SENSOR SYSTEMS Inc.	55
Infonav Corporation	26	SERCEL	55
Inmarsat	27	SEXTANT Avionique	60

SI-TEX	61	3S Navigaiton	65
Sokkia Technology Inc.	61	I Morrow Inc.	65
Solid Computer	62	TERRAFIX	66
Sony Electronics	63	Topcon Corporation	66
Spectrum Geophysical Instruments	63	TRAK Systems	67
Stanford Telecom	63	Trimble Navigation	67
Stellar GPS Corporation	63	TrueTime Inc.	67
Storm	63	Universal Navigation Corporation	67
思壮科技	64	WILCOX	68
Teldix	65		

第二篇 原理与技术

无线电导航系统概述	71
1 无线电波的传播	71
2 空中交通管制	71
3 导航显示	71
4 点源导航设备	72
4.1 甚高频全向无线电信标(VOR)	72
4.2 测距设备(DME)	72
4.3 塔康(TACAN)	72
4.4 自动定向仪(ADF)	72
4.5 着陆制导系统	73
4.6 雷达	73
5 双曲线和网格系统	73
5.1 使用历史和工作原理	73
5.2 罗兰 C(LORAN C)	73
5.3 奥米伽(Omega)	73
6 全球定位系统(GPS)	74
6.1 GPS 的提出	74
6.2 系统描述	74
7 GLONASS	77
8 多普勒导航	78
 差分 GPS 方法综述	 80
1 GPS 误差源	80
2 差分 GPS 误差估算	81
3 实现差分 GPS 的方法	82

4 结论	84
完好性对 GPS 在民用航空应用的影响及对策	85
1 完好性对 GPS 用于民用航空的影响	85
1.1 完好性定义	85
1.2 GPS 用于民用航空所应满足的完好性要求	85
2 解决完好性问题的各种技术	86
2.1 全球完好性通道(GIC)	86
2.2 接收机自主式完好性监视(RAIM)	86
2.3 共用 GPS/GLONASS 的 RAIM 法	87
2.4 试验结果	87
2.4.1 GPS 覆盖结果	87
2.4.2 GLONASS 覆盖结果	88
2.4.3 GPS/GLONASS 覆盖结果	88
飞机进场着陆系统的发展	90
1 地基着陆系统的发展及其局限性	90
2 现代进场着陆制导系统	90
2.1 MLS	91
2.1.1 研究微波着陆系统的起因	91
2.1.2 微波着陆系统的配置	92
2.1.3 微波着陆系统的定位	92
2.1.4 MLS 的研制情况	93
2.1.5 军用微波着陆系统	93
2.2 采用差分 GPS 的进场着陆系统	94
2.3 视觉增强系统	97
3 MLS、DGPS、EVS 三种着陆系统的比较	97
3.1 各系统的性能(精度、完好性、可用性)比较	97
3.2 各系统的利弊	98
3.3 各系统的实现时间比较	100
4 飞机进场着陆系统的现状及发展	102
4.1 微波着陆系统的发展计划受挫	103
4.2 各国对 FAA 取消 MLS 计划反应不一	103
美国飞机拥有者和飞行员协会(AOPA)	103
美国空中运输协会(ATA)	104
欧洲各国的态度	104
4.3 DGPS 进场着陆试验正加紧进行	105
4.4 广域增强系统(WAAS)	107

4.5 多模接收机(MMR)	110
5 我国的着陆制导系统	112

第三篇 政策与应用

美国及有关国际组织的 GPS 政策	114
1 系统收费情况	114
2 美国国防部对 GPS 星座实施 AS 政策	114
3 使用 GPS/GLONASS 的政府担保	115
4 Inmarsat 与 GPS	115
GPS 用于导航和着陆的 FAA 实现计划	117
概述	118
I. 引言	119
A. 目的	119
B. 背景	120
II. 计划	120
A. 技术方面	121
1. 研究	121
a. 预研	122
b. GPS II / III 级精密进场的可行性	122
2. 开发	122
a. 特殊的 I 级(SCAT I)系统	122
b. AIP 投资的 LADGPS I 系统	122
3. 采购	123
B. 运营方面	124
1. 标准	124
a. 设备标准	124
b. 越障飞行高度要求	124
C. 运营批准	124
1 鉴定	125
2 程序	125
D. 政策协调	125
III 问题	125
A: 广域 GPS 精度增强	125
B. GPS SPS 信号参数	126
C. 干扰	126
IV: 小结	128

GPS 在各国的应用	129
俄罗斯.....	129
日本.....	129
马来西亚.....	129
印度尼西亚.....	129
巴西.....	130
德国.....	130
各航空公司的 GPS 应用情况	130
 GPS 在空中交通管制中的应用	132
1 方案开发中的几个关键问题	132
1.1 GPS 的作用.....	132
1.2 对空管系统的性能要求	132
1.3 监视与导航间互相独立程度	133
2 系统方案	133
2.1 概述	133
2.2 系统方案 I :数据链 + 基本 GPS	134
2.3 系统方案 II :数据链 + 带民用信号插件的 GPS	134
2.4 系统方案 III :数据链 + 具有民用信号和转发器插件的 GPS	135
2.5 系统方案比较	136
3 系统性能特点	136
3.1 频谱要求	136
3.2 几何特性	136
4 结论	136
4.1 GPS 卫星可视性.....	136
4.2 基本 GPS 信号的捕获时间	138
4.3 监视和导航间的独立程度	138
5 GPS 用于空管的最新动态.....	138
 TCAS 与空域管理.....	140
1 TCAS II 现状	140
2 TCAS 在空域管理中的应用	140
3 TCAS III 的作用	141
4 GPS 在防撞中的应用.....	141

飞行管理系统	142
1 引言	142
2 国外发展状况概述	142
2.1 FMS 的产生背景	142
2.2 FMS 的发展	143
2.3 国外 FMS 现状	143
2.3.1 四维导航	143
2.3.2 FMS 在军用飞机上的应用	144
2.3.3 FMS 与其它系统结合使用	144
3 GPS/FMS 的发展与应用	145
4 未来发展	148
4.1 系统增强	148
4.2 性能改善	149
4.3 适用性	150
 新航行系统(FANS)	151
1 目前系统的局限性	151
2 FANS 方案简介	152
3 FANS 的效益	152
4 过渡计划及主要问题	153
5 目前各国的 FANS 发展情况	154
 飞速发展的 GPS 民用	157
1 前言	157
2 GPS 在汽车导航和城市交通管理中的应用	157
3 GPS 用于遥感	160
4 GPS 在 GIS 中的应用	160
5 GPS 用于救援	160
6 GPS 用于农业	161
7 GPS 用于森林防火	161
8 GPS 在自然资源评估以及考古中的应用	162
9 采用差分 GPS 和航位推算绘制道路图	162
10 GPS 用于飞行器姿态测定	162
11 GPS/数据链用于改进机场地面控制	163
12 GPS 用于地震预报	163
13 GPS 用于跟踪大象	163
14 几个 GPS 应用实例	163
15 小结	165

GPS 在军事领域的应用	166
1 GPS 在航空武器中的应用	166
1.1 GPS 用于各类导弹制导	166
美国空/海军联合直接攻击武器(JDAM)	166
GPS 辅助制导炸弹(GAM)	167
防区外发射对地攻击导弹(SLAM)	170
Tomahawk 巡航导弹	171
战斧导弹	171
AGM-130	172
欧洲的 GPS 制导武器	173
小型灵巧炸弹(SSB)	173
差分 GPS 用于制导增强(EDGE)计划	174
自主式飞行撒布系统(AFDs)	174
常规空中发射的巡航导弹(ALCM)	175
HARM	176
美国海军/空军的联合防区外武器(JSOW)	177
1.2 GPS 制导武器在各种飞机上的装备情况	177
1.3 GPS 用于军用飞机导航	179
嵌入 GPS 的惯导系统(EGI)	179
装备 GPS 的主要军用飞机	181
“狂风”	181
日本空中自卫队	181
“美洲虎”飞机	181
F-5	181
F-117	181
美国空军 C-5	181
2 GPS 在电子战中的应用	182
GPS 用于精确定位威胁发射源	182
GPS 用于 EA-6B 电子干扰机	182
GPS 用于 E-3 ESM 改进	182
3 军用 GPS 技术及设备	183
 GPS 在海湾战争中的应用	185
1 概述	185
2 GPS 在海湾战争中的应用	185
2.1 GPS 用于特种部队战前侦察	185
2.2 GPS 在空军中的应用	186

2.2.1 用于攻击预警雷达	186
2.2.2 用于轰炸机(B-52)	187
2.2.3 用于 F-16	187
2.2.4 用于直升机	187
2.2.5 精确标定战场重点设施的位置	187
2.2.6 用于空战指挥和控制	187
2.2.7 用于救援、撤退	188
2.2.8 用于前方空中管制员(FAC)	188
2.3 GPS 用于地面部队	188
2.3.1 用于地面车辆导航	188
2.3.2 用于空、海军火力协调部队(ANGLICO)	189
2.3.3 用于火炮	189
2.3.4 用于回避雷区	189
2.3.5 用于地面战术空中管制(TACP)	190
2.4 用于导弹制导	190
2.5 用于扫雷	190
2.6 医治战争创伤	190
3 GPS 在战争中的使用效果及暴露出的不足	190
3.1 减少误伤	190
3.2 提高作战效能	191
3.3 缺陷——GPS 接收机没有发射能力	191
4 总评	191
4.1 空战	191
4.2 特殊行动	191
4.3 指挥和控制	191

第四篇 GPS 在中国

1 GPS 在测绘领域的应用	194
1.1 GPS 在 GIS 中的应用	194
1.1.1 国家基础地理信息系统简介	194
1.1.2 “9202”工程	195
河北省	195
山东省	195
山西省	196
江西省	196
海南省	196
安徽省	196
云南省	196

1.2 GPS 在测量领域中的应用	196
吉林省	196
黑龙江省	196
内蒙古自治区	197
天津市	197
北京市	197
山东省	197
河南省	198
陕西省	198
湖南省	198
上海市	198
浙江省	199
四川省	199
湖北省	199
江苏省	200
贵州省	200
广东省	200
云南省	200
铁路部门	200
石油部门	201
南北极考察	201
GPS 在导航领域中应用	202
2.1 航空导航	202
2.2 铁路管理	202
2.3 船舶导航	202
2.4 中国警方使用 GPS	203
2.5 公路数据库与 GPS	203
GPS 在飞机进场着陆中的应用	204
我国在 GPS 应用方面的研究及成果	204
国内外 GPS/GIS 学会	208
GIS 学会	208
GPS 学会	208
中国海外地理信息系统学会(CPGIS)	208
国际 GPS 协会(GIA)	208
美国 GPS 工业学会	208
美国海岸警备队导航中心	208
国内外 GPS/GIS 会议	209
DGPS 世界市场'96	209
GPS/GIS'96 会议	209
定位及导航年会(PLANS'96)	210

GPS 国际会议'96	210
GPS ASIA'96 Summit & Exhibition	210

附录

APPENDIX A: GPS 和 GLONASS 产品分类及供应商	211
APPENDIX B: GPS 相关公司目录	227
APPENDIX C: 一些常用的与 GPS 有关的 Internet 地址	236
参考文献.....	237
PhaseTrac™ GARMIN 并行 12 通道体制性能简介	