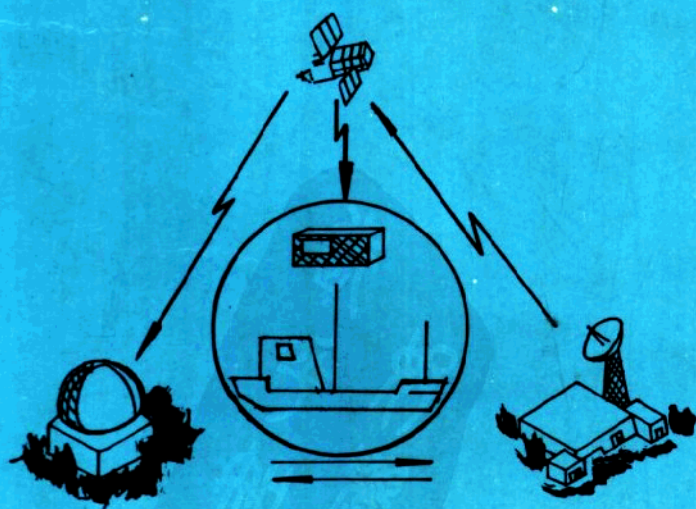


GPS 用户指南

任茂东 刘 迈 编著



大连海事大学出版社

GPS 用户指南

任茂东 刘 迈 编著

大连海事大学出版社

(辽)新登字 11 号

图书在版编目(CIP)数据

GPS 用户指南/任茂东,刘迈编著. —大连:大连海事大学出版社,1994

ISBN 7-5632-0802-X

I. G… II. ①任… ②刘… III. 全球定位系统-手册
N. U675.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 07754 号

大连海事大学出版社出版

(大 连)

大连海事大学出版社印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1995 年 1 月第 1 版

1995 年 1 月第 1 次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:8.75

字数:220 千 印数:0001~1500 册

定价:20.00 元

内 容 提 要

本书共分为七章,作者全面系统地阐述了 GPS 的基本概念;分析了 GPS 与船舶各种导航设备的软件与硬件接口;详细研究了 GPS 在商船、渔船、石油勘探、船舶交通管制及航道测量的各种应用;介绍了差分 GPS 的原理,信号编码,扩频技术,数据传输的基本原理以及典型 GPS 接收机的使用;讨论了 GPS 与 INMARSAT 之间的关系与应用,并分别介绍了 GPS、INMARSAT-A、-C 的业务和用户的各种应用知识。

本书可作为船舶驾驶员、无线电员、航道测量人员、船舶交通管制人员、港监业务人员以及航运企业管理人员的基本业务书籍;也可作为航海类院校师生学习的参考书,并可供有关研究人员和工程技术人员参考。

前 言

全球定位系统,又称为导航星全球定位系统,是在现代科学技术的基础上建立起来的一种崭新的卫星导航系统。系统的英文缩写为 GPS(Global Positioning System)。

目前,GPS 设备在商船、军事船舶、航道测量、地质勘探及渔船上得到了广泛的应用。为了满足这一发展的需要,作者认为向广大船员和有关通导设备的管理人员以及院校师生提供必要的有关 GPS 方面的教材和参考书籍是十分适时的。为此,作者在收集大量 GPS 方面英文资料的基础上,在航运部门有关领导的指导下,和工作在交通航运部门老同学的提议和帮助下,撰写成这本《GPS 用户指南》。

本书对 GPS 的原理进行了详细的解说,并着重从应用的角度出发全面系统地阐述了该系统的发展背景,系统需求及应用对象之间的关系。该书适合于船舶驾驶员、无线电通导人员、航运部门的管理人员、港监部门的工作人员以及航海院校的师生阅读和参考。

本书在编写过程中得到了出版社领导的大力协助和远洋公司有关领导的大力帮助,在此表示真诚的谢意。

由于作者水平所限,不当之处在所难免,尚请航海界的专家学者不吝指教,则不胜感谢。

作 者

1994 年 6 月

于大连海事大学

目 录

第一章 卫星与导航

§ 1-1 全球定位系统	1
绪 论	1
§ 1-1.1 全球定位的概念	2
§ 1-1.2 导航系统的选择	4
§ 1-1.2.1 区域性导航系统	4
奥米加系统(Omega)	4
罗兰 C(Loran C)和 Chayka 系统	6
台卡系统	7
§ 1-1.2.2 卫星系统的选择	8
定位星系统(Star-Fix)	9
地理之星系统(Geostar)	10
计划中的系统	11
NAVSAT	12
§ 1-2 全球卫星定位系统	13
§ 1-2.1 第一个卫星系统	13
子午仪系统(Transit)	13
§ 1-2.2 子午仪(Satnav)和 GPS: 前景展望	14
§ 1-2.3 导航星 GPS 系统——一个系统的描述	16
§ 1-2.3.1 系统的设计	16
§ 1-2.3.2 目前的构造	17
§ 1-2.3.3 利用 GPS 进行导航	17

伪距离测量	19
位置的计算	21
§ 1-2.3.4 GPS 系统的精确性	22
单个接收机的 GPS 精度	24
增强了的精确度级别	24

第二章 GPS 和船舶

引 言	26
§ 2-1 GPS 和电子化驾驶台	26
§ 2-1.1 综合化的船舶	26
§ 2-1.2 GPS 系统与操作人员	29
§ 2-2 GPS 接收机	30
§ 2-2.1 GPS 接收机的类型	30
并行/多通道接收机	30
低速/高速顺序接收机	31
复用接收机	32
§ 2-2.2 组合式 GPS 接收机	32
§ 2-2.3 购买的实际指导	34
§ 2-2.3.1 导航性能	34
§ 2-2.3.2 操作模式	35
§ 2-2.3.3 用户接口	36
§ 2-2.3.4 硬件接口	38
§ 2-2.3.5 硬件的综合化	39
§ 2-2.3.6 电源	40
§ 2-2.3.7 天线安装和电缆连接	40
§ 2-2.3.8 差分特性	41
§ 2-2.3.9 业务协定和软件更新	41

第三章 差分 GPS 系统

§ 3-1 差分概念	43
§ 3-1.1 绪 论	43
§ 3-1.2 系统设计	45
§ 3-1.3 校正技术	47
优点与缺点	48
§ 3-1.4 伪卫星系统(Pseudolite)	51
§ 3-1.5 差分 GPS 与选择性利用(SA)	52
§ 3-1.6 无线电技术委员会对于海上业务的规定	54
RTCM 信息格式	55
数据速率	58
§ 3-1.7 GPS 整体监督和质量控制	59
§ 3-2 数据自动传输装置	61
绪 论	61
§ 3-2.1 折衷方案	62
§ 3-2.2 差分选择	63
长波/低频率(30~300kHz)	63
中频(MF)(300kHz~3MHz)	64
高频(HF)(3~25MHz)	65
超高频(UHF)和甚高频(VHF)(30~300MHz)	66
卫星范围	66

第四章 GPS:应用和结论

绪 论	68
§ 4-1 GPS 与沿海导航	68
沿海导航:一个定义	69
实际因素	69

技术因素	69
§ 4-1.1 传统的电子定位业务	70
§ 4-1.1.1 用户的访问	71
§ 4-1.1.2 用户费用	72
§ 4-1.1.3 操作者费用	74
§ 4-1.1.4 责任	74
§ 4-1.2 交通管理与间隔方案	75
§ 4-1.2.1 交通间隔方案的技术说明	77
§ 4-1.3 传统的导航方法	78
§ 4-1.4 商船上的导航设备	81
§ 4-1.5 可替换的 GPS 应用	83
§ 4-1.5.1 GPS 与商船	83
§ 4-1.5.2 GPS 与捕鱼船	85
§ 4-1.5.3 GPS 与石油勘探	86
§ 4-1.5.4 GPS 与海岸警备队和警察	87
船舶监督	87
船舶识别	87
船舶拦截	88
§ 4-1.5.5 GPS 与游艇	89
§ 4-1.5.6 GPS 与 EEZ 管理	90
§ 4-2 GPS 与港口定位	90
绪 论	90
§ 4-2.1 传统的港口定位业务	92
§ 4-2.1.1 水道的测量	92
低技术级别的测量	92
半自动化的测量	93
全自动化的测量	95
软件的复杂性	96

软件语言	96
计算机硬件	97
§ 4-2.1.2 疏浚操作	97
§ 4-2.1.3 浮标的移动和监督	98
§ 4-2.1.4 船舶导航和引水	98
物理性能技术指标	100
工作性能技术指标	101
软件性能技术指标	101
显示设备性能技术指标	101
§ 4-2.2 GPS 港口定位业务	102
§ 4-2.2.1 兼容性	102
坐标系统	102
通信协议	102
物理特性	103
§ 4-2.2.2 业务等级	103
精确业务	104
准确业务	105
地理环境	107
传统方法	107
GPS 系统	107
运转考虑	108
传统方法	108
GPS 系统	108
约束条件	108
传统方法	108
GPS 系统	108
可靠性和可利用性	108
传统方法	108

GPS 系统	109
标准业务	109
§ 4-3 位置和数据报告	109
绪 论	109
§ 4-3.1 INMARSAT-C 通信业务	111
增强群呼功能	112
INMARSAT 的位置报告和监督业务	112
§ 4-3.1.1 应用 1: 一个基本的位置报告系统	115
§ 4-3.1.2 应用 2: 一个位置报告和显示系统	115
通 信	117
位置显示和登录	117
位置报告数据库	117
报告和数据输出	117
§ 4-3.1.3 应用 3: 一个电子化的船队管理系统	118
§ 4-3.2 综合化的船队管理	119

第五章 GPS 系统细节

绪 论	121
§ 5-1 系统的设计和实现	121
绪 论	121
§ 5-1.1 空间部分	123
轨道设计	123
导航星 GPS 系统	123
Glionass 系统	124
卫 星	124
导航星 GPS 系统	124
Glionass 系统	127
§ 5-1.2 地面/控制部分	129

民间 GPS 信息中心	130
Glonass	131
§ 5-1.3 用户部分	131
GPS 接收机的设计	132
从噪声到信号	133
从信号到数字	134
从数字到编码	135
从数字到相位	137
从测量到定位	137
§ 5-1.4 系统状态	137
§ 5-2 GPS:信号	139
绪 论	139
§ 5-2.1 GPS 时钟	139
系统时间	141
爱因斯坦理论与 GPS	142
§ 5-2.2 GPS 频率	142
§ 5-2.2.1 GPS 载波	142
导航星 GPS	142
Glonass	144
§ 5-2.2.2 编码和扩散频谱	144
导航星 GPS	145
§ 5-2.2.3 C/A 编码和距离	146
§ 5-2.2.4 P 编码及其应用	149
§ 5-2.2.5 Y 编码及其原因	150
§ 5-2.3 无编码的 GPS	150
§ 5-2.3.1 载波的辅助滤波器	151
§ 5-2.3.2 相位差分法	152
§ 5-3 伪距离法与定位	154

绪 论	154
§ 5-3.1 伪距离	154
§ 5-3.2 卫星的位置	155
开普勒与 GPS	156
§ 5-3.3 定位计算方法	158
§ 5-3.4 位置辅助方法	159
§ 5-3.4.1 高度辅助方法	159
§ 5-3.4.2 时钟辅助方法	163
§ 5-3.5 位置参考系统	163
§ 5-3.5.1 椭球体	164
§ 5-3.5.2 笛卡尔参考系统和椭球体	166
§ 5-3.5.3 WGS-84 椭球体	167
§ 5-4 GPS 的定位质量	168
绪 论	168
§ 5-4.1 实时质量控制	168
§ 5-4.1.1 精度的减弱	169
各种 DOP	170
§ 5-4.1.2 DOPs 和 UEREs	172
§ 5-4.2 完全实现的星群	173
§ 5-4.3 置信度级别	174

第六章 光电 KGP-95GPS 导航仪

§ 6-1 概 述	177
§ 6-2 显示内容名称及作用	177
§ 6-3 控制各键名称及作用	177
§ 6-4 机器启动步骤	180
§ 6-5 存贮当前位置(即时存贮)	182
§ 6-6 导航模式	184

§ 6-7 设定转向点	187
§ 6-8 航线设定	189
§ 6-9 显示导航模式	193
§ 6-10 工作于 TEST 监测状态	207
§ 6-11 工作于 CMP 修正状态	209
§ 6-12 工作于 SET 设定状态	216
§ 6-13 初始化	226
§ 6-14 天线部分安装	227

第七章 INMARSAT-C 系统细节:INMARSAT 和全球卫星通信

§ 7-1 历史回顾	229
§ 7-2 INMARSAT 组织	230
§ 7-3 INMARSAT-A 站业务	234
§ 7-3.1 INMARSAT-A 船站(SES)	235
§ 7-3.2 INMARSAT-A 岸站(CES)	236
§ 7-3.3 INMARSAT 第一代空间部分	238
频率分配	239
卫 星	240
§ 7-3.4 INMARSAT 第二代空间部分	241
§ 7-3.5 INMARSAT 第三代空间部分	242
§ 7-4 INMARSAT-C 站系统	242
§ 7-4.1 INMARSAT-C 船站	243
§ 7-4.2 INMARSAT-C 岸站	246
§ 7-4.3 INMARSAT-C 空间部分	247
§ 7-4.4 网络协调站(NCS)公用信道	247
§ 7-4.5 岸站(CES)TDM 信道	248
§ 7-4.6 船站(SES)信令信道	248
§ 7-4.7 SES 消息信道	249

§ 7-4.8 站与站间的信道	250
区域之间的信道	250
§ 7-5 INMARSAT-C 站业务	250
§ 7-5.1 数据和消息的存储转发	251
§ 7-5.2 岸到船的消息传输	251
§ 7-5.3 船到岸的消息传输	253
§ 7-5.4 单工位置和数据报告	254
§ 7-5.5 报告格式	256
§ 7-5.6 查询	256
§ 7-5.7 增强型群呼	257
§ 7-5.8 C 标准与全球海上遇险和安全系统	259
附录 本书中常用缩写词	262

第一章 卫星与导航

§ 1-1 全球定位系统

绪 论

本书将详细地介绍新型全球定位系统导航应用设施,按照其应用和其对职业航海家以及船舶管理者的潜在意义两方面进行。在美国及俄罗斯,目前正在发展两种全球定位系统。到1993年底,全球导航系统至少可以完全连续地使用这些系统中的一个。

90年代也预兆着航运事业将广泛引进大量新的技术,有许多显然是基于那些熟悉的课题:综合船舶管理和电子化的驾驶台;有一些则是较新的课题:诸如全球船位报告业务和电子化的船队管理;还有一些则是更为重要的,例如一人驾驶台、无人驾驶台和机器人船舶航行等。所有这些发展都是在保证航行安全的基本前提下,尽可能地减少运行费用。通过广泛使用新技术所实现的费用的减少是具有极大意义的,其标志出未来十年中在导航上的特点。

可靠的和高度精确的全球定位系统肯定不应是所有这些变化的激励者,但可以认为是将许多这些变革聚集在一起的粘接剂。事实上,为了实现未来的综合化船舶需要一个这样的促进因素。

从其自身方面讲, GPS 是一个可以利用的、高度精确的全球导航业务系统,而且用户费用最小。该系统的许多特点都是为了极大地减轻安全导航的重担,并且为实现费用的极小化和增强有效性开创出巨大的潜在能力。与此同时,一个“航海上的革命”的真正实现主要是与其它一些新技术相联系在一起的,这包括了低价格的全球通信系统和低价格的个人计算机。

在这里我们所注意的并不是孤立地研究全球定位系统,而是使用更为普通的术语,以利用 GPS 技术为焦点,考察海上导航的未来。由于卫星通信在航海中的作用,同时也提供有关不久前引进的 C 标准系统的特殊信息。虽然在未来几年中,将有一些不同的卫星通信系统被实现,尽管 C 标准并不是完全全球性的,但按照覆盖区域和计划时间表而言,其仍然具有许多类似 GPS 的特点,这使得它们成为两个孪生伙伴。

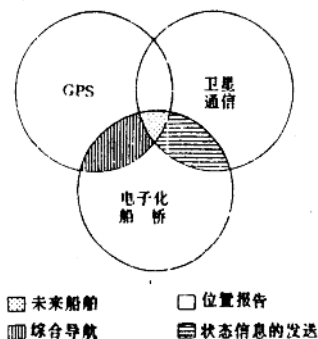


图 1-1 全球船舶

因此总体上说,本书将涉及 GPS 和与其相联系的、能够在这—地理位置运行的导航与通信系统之间的联系,如图 1-1 所示。某些特殊论题将包括 GPS 在船舶管理方面的应用,精度更高的 GPS 与港口和码头管理当局的关系,以及 GPS 对于航行安全特别是在近岸海域的意义。除此以外,我们希望书中所介绍的有关 GPS 的实践经验将有助于读者瞄准更为实际关心的问题。关于 GPS 接收机硬件和购买选择的章节,

希望能够对于用户具有更实际的帮助。

§ 1-1.1 全球定位的概念

“全球定位”毫无疑问是一个新的概念,从这点出发,很难认为美国和俄罗斯的系统不是导航中的先驱者。利用太阳和星星的最早期的导航方式,即使不是所有气象条件下的,但肯定是全球性的。目前,新型全球性系统的全气候的,24 小时的导航资源是由政府和军方所控制的,对某些确定的等级有着他们自己使用的标志。