

海洋调查仪器使用手册

国家海洋局海洋技术研究所 编



海洋出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋调查仪器使用手册/国家海洋局海洋技术研究所编著. 北京: 海洋出版社, 1993.3 (2001.8 再版)

ISBN 7-5027-3146-6

I. 海… II. 国… III. 海洋调查设备-技术手册 IV. TH766-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 15279 号

责任编辑 王加林

责任印制 严国晋

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京市燕山印刷厂印刷 新华书店北京发行所经销

2001 年 8 月第 2 版 2001 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 41.5

字数: 1100 千字 印数: 1—1000 册

定价: 105.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

第一版前言

海洋调查是获取海洋环境资料的最主要和最基本的手段之一，在海洋科学研究、海洋综合管理和海洋资源开发利用中占有重要的地位。为了提高海洋调查资料的质量，统一标准，国家海洋局科技司组织全国海洋界的专家、学者制定了《海洋调查规范》(国家标准)。经国家技术监督局批准颁行的《海洋调查规范》侧重质量管理和质量控制，规范调查作业的要求。而对调查所使用的仪器设备未做统一规定。至于仪器的选型、操作使用方法、维护保养及故障排除等，不再写进“规范”，而是放在与“规范”配套的工具书《海洋调查仪器使用手册》中，从而保证了“规范”的先进性和独立性，不因仪器的水平现状而影响到标准要求。使“规范”在一个时期内保持相对稳定。

为贯彻执行《海洋调查规范》(国家标准)，由国家海洋局海洋技术研究所专门编写的配套工具书《海洋调查仪器使用手册》，可指导广大海洋工作者根据《海洋调查规范》的要求有针对性地选取和正确使用海洋调查仪器，起到保证和提高调查质量的作用。手册中所选择的仪器设备，较准确地反映了我国海洋调查仪器的现状和水平，基本上满足了《海洋调查规范》的使用要求。

在总体结构上，本手册以国产仪器为主，引进仪器为辅；在同类仪器中，同时推荐精度不同的几种仪器，供使用者根据实际需要选用。

《海洋调查仪器使用手册》按学科共分为7个分册：第一分册 海上导航定位仪器设备(简介)；第二分册 海洋水文观测仪器；第三分册 海洋气象观测仪器；第四分册 海水化学要素观测仪器；第五分册 海洋声光要素调查仪器；第六分册 海洋生物调查仪器；第七分册 海洋地质地球物理调查仪器。为便于使用，每个分册的内容及篇、章、条目的编排均与《海洋调查规范》相对应。对每一种调查仪器的介绍基本包括：主要用途、工作原理、技术指标、操作使用方法、维修保养与校准、常见故障排除等。重点介绍仪器的正确操作使用方法和常见故障的排除方法，突出了实用性。

本手册中所推荐的仪器，都是已经通过鉴定和注册的定型产品，对于新研制的尚未定型的科研样机，虽技术先进，这次也暂不列入，待以后补充。对于某些在几个学科调查中都要使用的仪器设备，只在其中的一个分册中介绍，其他分册只作参见揭示，使用者可根据参见页码在相关分册中查到，不再在第一个分册中一一重复介绍。

在《海洋调查仪器使用手册》的编辑过程中，得到了全国海洋界的有关领导和专家们的关心和支持。参加手册编审的涉及到全国7个部委47个单位140余人。他们当中既有从事组织管理和科研生产的领导和专家，也有从事海洋调查，具有丰富实践经验的一线工作人员。本手册的编辑出版是团结协作的成果。

编辑这样一本具有指导意义的工具书，在海洋界尚属首次，缺乏经验。因此，在内容选取、框架结构、详略取舍及行文体例等诸方面，虽数易其稿，然而，囿于水平，究难悉当，缺点和错误有所难免，希望我国海洋界人士及广大读者批评指教，以便再版时修改和补充。

国家海洋局科技司

1992年4月

修订版前言

1992年,国家海洋局科技司责成海洋技术研究所负责编写并出版了《海洋调查仪器使用手册》(以下简称《手册》)一书,该《手册》自问世以来,在广泛的海洋调查和科研活动中,指导广大海洋科技工作者根据《海洋调查规范》要求,有针对性、合理地选择和使用海洋调查仪器,规范操作程序,提高调查数据质量,统一标准,都发挥了重要作用,确实体现了该《手册》作为《海洋调查规范》的配套工具书的使用目的。然而随着时间的推移,当今海洋科学技术在迅速发展,海洋科学研究的水平也在不断提高,一些大规模的国际海洋合作调查研究计划及国内海洋高科技创新活动的实施,对海洋调查仪器、设备的性能指标提出了更高的要求。与此同时,世界上电子技术和电子计算机技术在突飞猛进地发展,为海洋调查技术的提高和高度自动化、智能化的实现,提供了有效保证。因此近年来国内外很多科研单位和生产厂家应用了高新技术和新材料、新工艺,相继研制和生产了不少自动化、智能化程度都很高的新型仪器,并在各类海洋调查活动中予以应用。相对这些客观形势的发展与变化,原《海洋调查仪器使用手册》中所辑录的大多内容,已明显地落后于时代,不能适应客观情况的需要;再者,随着改革开放在不断深化,我国海洋仪器行业也不例外,变化很大,原《手册》中所辑录的仪器有的停产,有的更新换代,有的引进国外仪器仿制。因此,为了更好地适应我国海洋调查工作的不断深入和提高,保证海洋调查数据质量,提高海洋调查作业工作水平与效率,保持我国海洋调查系统的先进性和实用性,我们对原《手册》进行了认真地调查、核实、修订,重新编写成新版本的《海洋调查仪器使用手册》,以便更好地作为《海洋调查规范》配套工具书,继续发挥它的应有作用。

修订版的《海洋调查仪器使用手册》总体结构与原《手册》一致,以新型国产仪器为主,国外引进仪器为辅。内容上仍按学科分为7个分册,即①海上导航定位仪器设备(简介);②海洋水文观测仪器;③海洋气象观测仪器;④海洋化学要素与海洋环保观测仪器;⑤海洋声、光要素测量仪器;⑥海洋生物调查仪器;⑦海洋地质地球物理调查仪器。每个分册的内容及篇、章、条目的编排基本上保持原《手册》的模式,便于广大读者的使用与参比。各篇中涉及到有关仪器设备应用的计算机通用操作程序的内容时,只“点到为止”,在书中就不多赘述。

这里值得指出的是,考虑当前我国海洋环境保护法已在实施,加强海洋环保监测工作显得更为突出,为此在第四分册中增加了较多有关海洋环保监测的实用仪器的内容。另外,近年来在海洋水文、气象、地质等调查活动中,应用了一些采用现代电子技术和计算机技术的有智能化功能的国内外仪器,为广大用户所欢迎。这些新内容在第二、三、七分册中做了适当地补充。至于原《手册》中目前已停产或技术落后已不再使用的仪器,我们经过对一线使用单位和生产研制单位的仔细调查、核实,在修订版的《手册》中均予以删去,从而体现修订版《手册》内容的新颖性和实用性。关于第五、六分册中海洋生物调查和海洋声、光要素测量仪器,由于近年来进展不大,修订版《手册》中仅将个别新型先进的仪器补充了进去。总之,修订版《手册》在原有基础上做了大量修订和删减,篇幅比原《手册》减少约1/3,但所

辑录的内容更新颖、更实用，我们期望可为广大海洋调查工作者提供更有益的帮助和参考。

在修订版《手册》的资料汇集、整理、编写过程中，我们得到了全国海洋行业、科研单位、生产单位、大专院校及相关部门的大力支持和帮助，在此向长春气象仪器研究所、山东省科学院海洋仪器仪表研究所、天津气象仪器厂、广州海洋地质调查局、交通部天津海事局、天津海洋测绘研究所、无锡海鹰加科电子公司、青岛海洋研究设备服务公司、武汉测绘大学、北京（美国）劳雷工业公司、国家海洋局海洋技术研究所等单位，表示衷心感谢。

由于我们的专业水平和业务能力所限，加之时间紧、人员少等客观条件限制，在内容的选取、结构编排、专业内容详略取舍、图文显示等各方面一定存在不少错误和缺点，敬望海洋界专家、学者及广大海洋科技工作者予以批评斧正，不胜感谢。

《海洋调查仪器使用手册》修订版编写组

2000年10月

目 次

第一分册 海上导航定位技术与仪器设备

绪言	(3)
GPS 卫星导航全球定位系统	(3)
GLONASS 导航定位系统	(16)
组合导航定位系统	(17)
NT300D 亚米级导航仪	(19)
MS750 双频 RTK 接收机	(22)
DSM12/212 系列海上定位系统	(24)
MX400 专业型 RBDGPS 导航仪	(27)
MX9400 系列高精度 DGPS 导航仪	(29)
HYDRO _{pro} 海洋综合监测软件包	(33)

第二分册 海洋水文观测仪器

第一篇 温度测量仪器

SWY7-1 型多路测温仪	(37)
YRY2-1 型数字式温度传感器	(41)
WTR-1 型高精度数字水温记录仪	(43)
SWY1-2 型水温表	(44)
颠倒温度表和南森采水器	(45)

第二篇 盐度测量仪器

SYA2-2 型实验室盐度计	(54)
SYC2-2 型电极式盐度计	(58)
SZC12-1 型温盐计	(63)
YZY4-1 型温盐传感器	(66)
YQS9-1 型低电导率传感器	(68)

第三篇 深度测量仪器

SDH-13D 型浅水测深仪	(71)
----------------------	------

HY152 型双频测深仪	(71)
Sea Bat 8100 系列多波束测深系统	(71)
EM 系列浅水多波束测深系统	(71)
Sea Beam 多波束测深系统	(71)
智能化数字测深仪	(71)
测深仪精密数字校准仪	(71)

第四篇 温盐深综合测量仪器

海鸟 911plus CTD	(72)
MK3C/WOCE CTD	(77)

第五篇 海流观测仪器

SLC9-2 型直读式海流计	(82)
UCM-60L 型超声测流仪	(85)
大陆架型宽频带自容式声学多普勒海流剖面仪 (ADCP)	(89)
Sentinel 型自容式声学多普勒测流仪	(94)
60m 船用多普勒海流剖面仪 (ADCP)	(97)

第六篇 其他海洋水文观测仪器及系统

FZS3-1 型海表面漂流浮标	(101)
SBA3-2 型声学测波仪	(103)
SZS2-1 型坐底式波流测量仪简介	(107)
HYC-01 型便携式验潮仪	(108)
H/HYC-002 型自动验潮仪	(110)
数字式舰船摇摆倾斜仪	(113)
ZXY-1 型自容式声速剖面仪	(119)
智能化数字测深仪	(122)
测深仪精密数字校准仪	(127)

第三分册 海洋气象观测仪器

第一篇 降水测量仪器

SDM6 型雨量器 (雨雪量器)	(135)
------------------------	-------

第二篇 测风仪器

DEM6 型轻便三杯风向风速表	(137)
XZA2-1 型测风仪	(139)
EN2 型风向风速仪	(142)

N-DZF 型无线自动测风系统	(146)
-----------------------	-------

第三篇 温度、湿度测量仪器

ZJ1-2A (2B) 型温湿度计	(149)
DWHJ1 (DWHJ1-2) 型温湿两用计	(152)
DHM-2 型机械通风干湿表	(154)
HM3 型电动通风干湿表	(155)
DJM-10A 型湿度检定箱	(157)

第四篇 气压测量仪器

DYM2 型定槽水银气压表	(163)
YM4 型空盒气压表	(166)
DYM4-1 型精密空盒气压表	(168)

第五篇 多参数气象观测仪器及系统

XZC3-1 型船用气象仪	(169)
XZC2-2B 型数字气象仪	(174)
XYZ05 型地面气象多要素遥测设备	(181)
ACS-3 型自动气象观测系统	(184)
XDK-2 型系留气球低空探测系统	(187)
YE1-1 型气压检定箱	(190)
2D 型超声波量风仪	(192)

第四分册 海洋化学要素与海洋环保观测仪器

第一篇 溶解氧测定仪器

YSI58 溶解氧测定仪	(197)
LRY2-1 型高精度现场溶解氧测定仪	(202)
SJG-203A 型溶解氧分析仪	(204)
JPSJ-605 型溶解氧分析仪	(212)
JPB-607 型便携式溶解氧分析仪	(219)
SN-3000 型便携式 DO/O ₂ /Temp. 分析仪	(227)

第二篇 pH 测定仪器

HSC1-2A 型船用 pH 计	(232)
PHS-2C 型和 PHS-3B 型酸度计	(238)
PHS-3C 型数字式酸度计	(248)
PHS-301 型携带式精密酸度计	(252)

HSY1-1 型现场用 pH、温度测量仪	(255)
PHD-1 型高精度数字显示酸度计	(259)
PHB-4 型便携式酸度计	(261)
PHBJ-260 型便携式 pH 计	(265)

第三篇 分光光度计

721 分光光度计	(272)
7230G 型分光光度计	(279)

第四篇 水质监测仪器

HZC1-1 型便携式现场水质仪	(290)
HFY2-1 型化学需氧量现场快速测定箱	(294)
HFY1-1 型硫化物现场快速测定箱	(295)
U-10 水质监测仪	(296)
AQUALAB 水质监测仪	(312)
SD300 多参数水质传感器	(314)
实时总磷和总氮废水监测仪	(317)
QCC10 型系列球阀采水器	(318)
QCC9-1 型表层油类分析采水器	(324)
QCC10-1 型表层痕量金属分析采水器	(324)

第五篇 现场海水中盐类自动分析仪器

APP4004 型海水营养盐现场自动分析仪	(326)
海水和淡水中盐类自动分析仪	(331)
RFA-2 型分析系统	(335)

第五分册 海洋声、光要素测量仪器

第一篇 海水声速测量仪器

LSC-1 型吊挂式声速仪	(339)
LSS1-1 型投弃式声速仪	(341)
SR 系列数字式声线轨迹仪	(345)

第二篇 海洋环境噪声测量仪器

SMH 系列标准水听器	(357)
8101 系列水听器	(360)
NF5 型测量放大器	(364)
2636 型测量放大器	(369)

7004 型磁带录音机	(373)
2307 型电平记录仪	(379)
2131 型数字频率分析仪	(387)
NW6270 型实时数字频谱分析仪	(396)

第三篇 海底声特性测量仪器

DSC1-2 型底质声特性测量仪	(400)
------------------------	-------

第四篇 海洋光参数测量仪器

SLM-1 型海面照度计	(404)
OMC-1 型海洋光学多参数测量仪	(409)
TMD-Ⅱ 型多波段透射率仪	(416)
HZS1-1 型水中荧光计	(420)
SPMR 剖面式多通道光学辐射计	(425)
海面海水层光学测量系统	(429)

第六分册 海洋生物调查仪器

第一篇 叶绿素与初级生产力测量仪器

特纳 10-005 型现场荧光计	(443)
QSP 型光量子仪	(450)
岛津 UV-260 型记录式分光光度计	(454)
LGS2-1 型荧光分光光度计	(464)

第二篇 微生物调查仪器

QCC3-1 型击开式采水器	(469)
QCC4-1, QCC5-1, QCC5-2 大容量采水器	(470)
QCC14-1 型不锈钢击开式采水器	(471)
FJ-2107 液体闪烁计数器	(473)
FJ-2603Ga、 β 弱放射性测量装置	(477)

第三篇 浮游生物调查仪器

QCC2 型有机玻璃采水器	(478)
QCC1 型颠倒采水器	(480)
QCC2-3 型颠倒表架采水器	(482)

第四篇 底栖生物调查仪器

QNC1-1 型弹簧拉紧闭合式抓斗	(485)
-------------------------	-------

QNC2-1 弹簧采泥器	(486)
WYC1-1 型小型底栖生物柱状取样管	(488)
WQC1-1 型底栖动物旋涡分选装置	(490)

第五篇 海洋生物调查辅助设备

QQC2-2 型闭锁器	(492)
WWC1-1 型网底管	(494)
浮游生物网架并列连接结构	(495)
WQC2-1 型浮游植物沉降器	(496)
WLY1-1 型浮动物体体积测量器	(496)
QLC1 型使锤	(497)
QLC2 型铅鱼锤	(498)
MCC1-1 型微电脑计数器	(498)

第七分册 海洋地质、地球物理调查仪器

第一篇 海底地形地貌调查仪器

SDH-13D 型浅水测深仪	(505)
HY152 型双频测深仪	(513)
Sea Bat 8100 系列多波束测深系统	(514)
EM 系列浅水多波束测深系统	(518)
Sea Beam 多波束测深系统	(522)
ISIS100 型海底测量的相干声呐系统简介	(527)
CS-1 型侧扫声呐	(530)

第二篇 海洋底质调查仪器

QNC-4 型不锈钢静力采泥器	(541)
QNC5 型箱式拉力采泥器	(543)
QNC6 型不锈钢挖泥斗	(545)
DYC3-1 型自返式锰核取样器	(547)
CH-1 型重力活塞取样管	(549)
DDC4-2 型重力活塞取样管	(553)
DDC6-1 型振动活塞取样管	(554)
4000m 自返式取样管	(558)
深海用 4200 型自返式取样器 (抓斗)	(562)
带有深海照相机的 4200 型自返式取样器	(564)
海洋底质框式拖网	(566)

第三篇 海洋重力测量仪器

KSS-5 型海洋重力仪	(568)
KSS-30 型海洋重力仪	(573)
KSS-31 型海洋重力仪	(582)
拉科斯特 S 型重力仪	(587)

第四篇 海洋地磁测量仪器

G801 型海洋质子磁力仪	(590)
G880-G 铯光泵磁力仪	(594)

第五篇 海洋地震测量仪器

MSX 地震系统	(600)
5000 系列罗盘/鸟及 272 定深器	(603)
Bigshot 震源控制系统	(606)
MSX24 位数字电缆系统	(608)
DFS-V 数字地震仪	(629)
2216 型声脉冲发射器 (Pinger)	(642)

第 一 分 册

海上导航定位技术与仪器设备

绪 言

海上导航定位是海洋科学研究、海洋调查、海洋勘测、海洋工程、海洋开发等具体实施过程中的重要环节。随着社会的进步与发展,人们海上活动日益增多,各类型船舶,各种航海活动对海上导航定位技术的需要都是不可缺少的,而且要求越来越高,尤其对于海洋调查研究工作中,如果没有科学的先进海上导航定位技术做基础,没有准确、可靠的仪器设备与手段去获取相应活动中海洋定位数据,那么,任何海洋环境监测的结果都是毫无意义的,因此海上导航定位技术是人们在海洋科学研究中关注的重要课题。海上导航从历史上简易的指南针、罗盘发展到今天 GPS 卫星全球定位系统,特别是近几十年因为电子计算机技术的迅猛发展,相应地推进了海上导航定位系统和仪器设备的发展,其中以 GPS 卫星全球定位系统的技术发展最引人注目。如今发展起来的 GPS、DGPS、RBN-DGPS 高精度导航定位系统,在我国海洋调查、海洋测绘、海洋石油开发、海洋资源开发利用、海洋渔业、港口、主要水道、航运、海上交通、安全管理、海军国防建设等各部门得到广泛应用。结合我国国情,借鉴和吸收国际先进经验,考虑与国际接轨的需要,国家特制定了中国沿海无线电指向标——差分全球定位系统规划(RBN-DGPS 系统),使之成为一种国际标准化、现代化的助航系统,为广大海洋事业用户提供高精度导航定位技术服务。根据实际调查,传统的一些海上导航定位仪器设备和技术方法,如六分仪、罗兰 A、罗兰 C 等仪器设备除个别船只使用外,大多已不再使用。因此为满足海洋科学研究及海洋调查活动的需要,这里重点介绍 GPS 卫星全球导航定位系统和世界上较著名的一些 GPS 仪器设备。有关其他卫星导航定位系统和仪器设备只做简单描述。总之,海上导航定位技术和仪器设备近年来随着空间技术和电子计算机技术等高新技术的不断发展,其技术和仪器设备更新换代很快,商品化程度也很高,各类 GPS 接收机品种多样,操作使用非常方便,应用广泛。所以海上导航定位技术与仪器设备将伴随着新世纪科技的进步,将会取得更快发展。

GPS 卫星导航全球定位系统

1 GPS 系统概述

GPS 系统是“授时与测距导航——全球定位系统”的简称(Navigation System Timing and Ranging-Global Positioning System-NAVSTAR-GPS),它是美国海军导航卫星系统(NNSS)的第二代产品,1973 年开始研制成功。该系统是以空间卫星为基础的无线电导航系统,借助于 21 颗人造卫星、3 颗备用卫星,共计 24 颗导航卫星,分布于 6 个轨道上,每个轨道上有 4 颗卫星运行(见图 1)。卫星运行轨道高度约 20200km,轨道倾角 55° ,运行周期为 11h 56.9min,同步周期为 16 圈,双频(L_1 、 L_2),测地坐标系采用 WGS-84 系统,GPS 系统时

与世界时的改正采用协调世界时 UTC(USNO)。GPS 系统可分为精密定位系列 [precise positioning service (PPS) 或 P 码] 和标准定位系列 [standard positioning service (SPS) 或 C/A 码]。

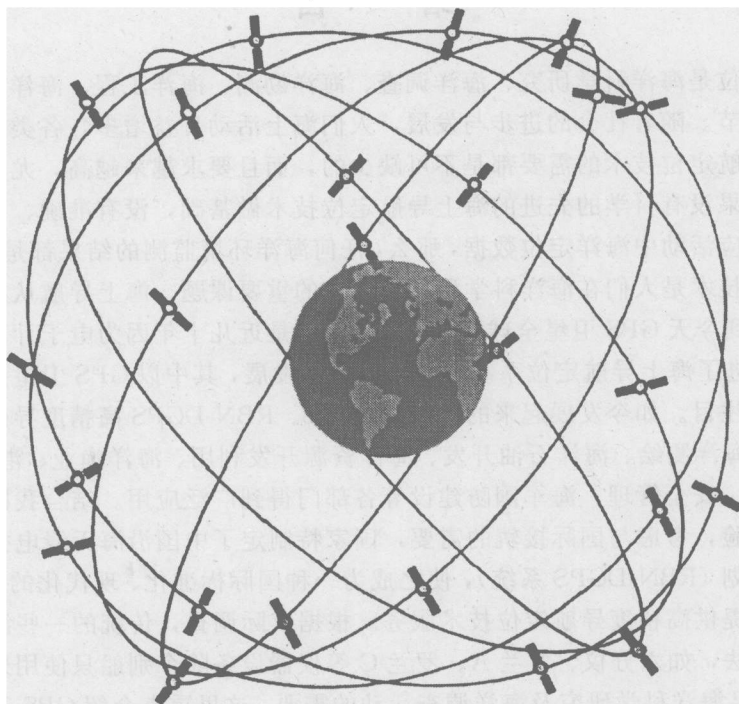


图 1 GPS 卫星分布图

C/A 码信号可供一般用户使用, 系统平面位置的定位精度约为 20~40m。由于美国实施了 SA (selective availability 选择可用性) 技术, 把 C/A 码的定位精度限制在 100m (2 σ rms) 范围。使用 P 码技术可消除 SA 的影响, 但美国计划在必要时实施 AS (anti-spoofing 反电子欺骗) 政策, 将 P 码加密编译成 Y 码。使用 P 码平面位置精度约为 18m。

为了获得更高的定位精度, 可采取相应措施。如采用 GPS/GLONASS 组合机系统; C/A 码采用差分 GPS 技术; 测地型 GPS 采用无码技术等。GPS 系统在多波束系统中的运用, 主要是采用差分 GPS 技术 (DGPS)。DGPS 技术可确保绝大部分点位的定位精度在 10m 内。

DGPS 系统是在已知位置的站位 (差分台), 用 GPS 接收机接收卫星信号, 监测 GPS 系统的误差, 并按规定的时间间隔定时地把误差 (校正量) 等数据播发给 GPS 用户。GPS 用户利用收到的信息对观测值进行校正。

利用 DGPS 技术可以消除星钟误差和星历表误差, 减弱剩余的大气层延迟误差, 但尚不能消除多路径效应、接收机噪声和量化误差、接收机通道间偏差、用户等效距离误差等。差分 GPS 虽然能消除 SA 的影响, 但为了解决频率抖动引起的误差, 差分台必需每隔若干秒发送一次新的差分校正量。

由于卫星的高程和它们的信号不受本地地理条件的影响, 因此, 卫星能够覆盖地球的大部分区域。当卫星分布完全被定位在轨道上运行中, 地球上任何的 GPS 接收机每天 24 小时都

能同时看到至少 4 颗卫星，这是 GPS 接收机计算位置经度、纬度、高程和时间所必须的可视卫星数。所以它能够为全球表面及近地空间用户提供全天候、连续、高精度的三维位置，三维速度和时间信息的技术服务，如图 2 所示。

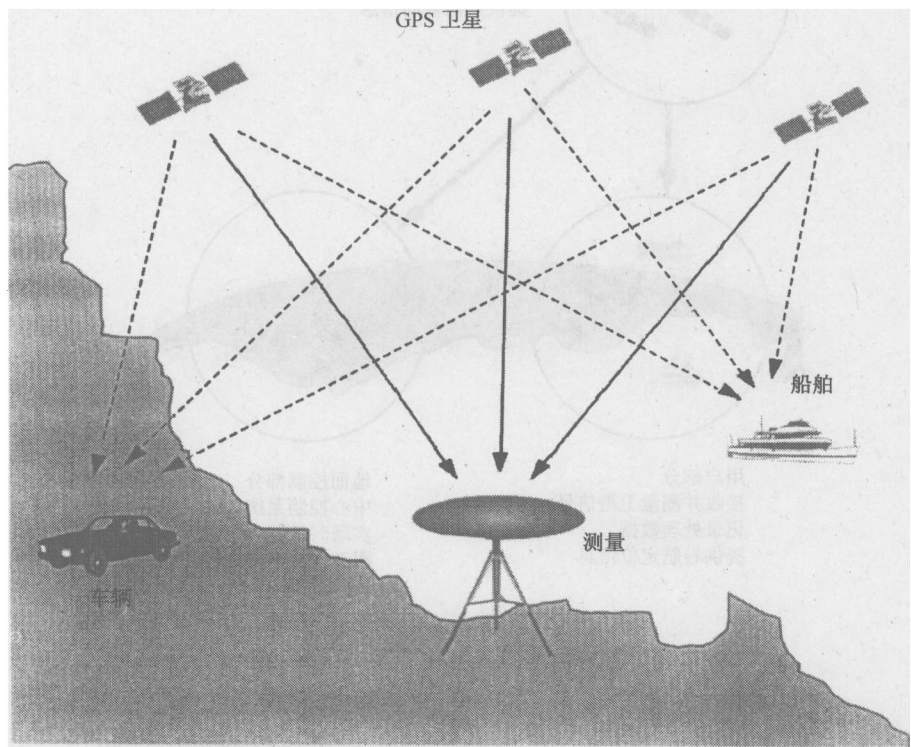


图 2 GPS 导航定位应用示意图

2 GPS 系统组成

GPS 系统主要由三大部分组成：空间部分；地面控制部分；用户设备部分。如图 3。

(1) 空间部分：

包括 24 颗空间卫星，其中有 3 颗备用卫星。如图 1 所示。

(2) 地面控制部分：

地面控制部分包括 1 个主控站、3 个注入站和 5 个监测站。如图 4 所示。

1) 主控站设在美国科罗拉多州斯必灵司的综合航天控制中心。主要任务是提供 GPS 系统的时间基准，并控制整个地面站的工作，处理由各监测站送来的数据，编制各卫星星历，计算钟差及电离层校正参数等，然后将这些导航信息送到注入站。

2) 注入站有 3 个，设在阿塞逊、迭谷伽西亚和卡瓦加兰。它们的任务是在卫星通过其上空时，把主控站送来的导航信息注入给卫星，并负责监测注入卫星的导航信息是否正确。每颗卫星的导航数据每隔 8 小时注入一次。

3) 监测站分别设在地面站、3 个注入站和夏威夷。其任务是卫星过顶时收集卫星播发的导航信息，对卫星进行连续监控，并将收集的数据送往主控站。