

面向“十二五”高等院校人才培养规划教材

3S技术实践教程

3S JISHU SHIJIAN JIAOCHENG

赖日文 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

3S 技术实践教程

赖日文 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

3S 技术实践教程/赖日文编著. —杭州:浙江大学出版社, 2014.9

ISBN 978-7-308-13685-3

I. ①3… II. ①赖… III. ①遥感技术—教材 ②地理信息系统—教材 ③全球定位系统—教材 IV. ①TP7 ②P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 185402 号

内 容 简 介

本书从 3S 应用出发,先分别介绍 GPS、RS、GIS 各个部分单独的常用的操作,再以综合案例的分析进行 3S 综合实践的介绍,较为全面、详细地分析了 3S 的主要应用操作问题。全书内容共分为 4 篇:GPS 篇、RS 篇、GIS 篇及 3S 综合实习案例篇,前 3 篇共 29 章,综合案例篇中有三个综合案例。其中 GPS 篇的主要内容包
括:手持 GPS 初始化及参数设定、野外数据测量及数据处理、差分 GPS 野外测量及数据处理等。RS 篇主要
基于 ERDAS 9.2 来分析遥感主要实际应用问题,包括:地物光谱反射率野外测定、ERDAS 简介及视窗基本
操作、矢量功能(Vector)、波段组合与图像几何校正、融合与镶嵌、裁剪与投影变换、空间增强与辐射增强、
光谱增强处理、地形分析(Topographic Analysis)、图像分类及分类后处理与精度评价、实用分析(Utilities)、
ERDAS 空间建模及批处理、ERDAS 专题图设计与编制等。GIS 篇是基于 ArcGIS 10 进行 GIS 主要应用问题
的讲解,包括:ArcGIS 基础及入门操作、空间参考与地图投影、ArcGIS 地理配准及矢量化、空间数据处理、
ArcGIS 缓冲区分析、叠加分析、空间数据插值、地统计学分析、地形因子分析、水文分析、模型构建器及空
间建模、ArcScene 三维可视化、ArcMap 制图等。综合案例分别是:ArcScene 三维景观分析及漫游、土地利用
动态变化分析、水土流失遥感定量测定。此外,本书还配有随书练习材料,便于读者自主练习,以提高 3S 技
术综合应用的能力。

3S 技术实践教程

赖日文 编著

责任编辑 邹小宁

文字编辑 黄丽丹

封面设计 王聪聪

出 版 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州教联文化发展有限公司

印 刷 浙江余杭崇贤向阳印刷厂

开 本 880mm×1230mm 1/16

印 张 26

字 数 769 千

版 印 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-13685-3

定 价 49.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

前言

3S技术的内容主要涉及全球定位系统、遥感、地理信息系统,内容博大精深,代表了测绘学科与其他相关学科的融合与交叉,其本身也在走向集成。在3S技术中,GPS(Global Positioning System)主要是实时、快速地提供目标的空间位置,RS(Remote Sensing)用于实时、快速地提供大面积地表物体及其环境的几何与地理信息及各种变化,GIS(Geographic Information System)则是多源时空数据的综合处理和应用分析的平台。当前,3S技术在国民经济建设、国家安全保障、资源环境管理以及灾害监测上发挥着重要作用,同时也为科学研究、社会生产提供了新一代的观测手段、描述语言和思维工具。在实际的空间资源测量、管理和研究过程中,相关专业人员能够学会利用3S方面的软件解决实际问题很有必要。

本书以3S应用为侧重点,主要以实际出发,注重空间资源测量、管理和研究过程中的实际操作问题,但也注重理论和原理解释。比如,大部分学生和相关从业人员进行野外测量时需要使用GPS手持机,所以在GPS部分,首先介绍了手持机初始化及参数设定问题,然后是手持GPS如何进行野外数据测量,及如何对测量得到的数据进行处理和使用。由于大家使用的手持机型号往往不同,所用到的软件往往也不一样,所以,在这部分主要讲述通用的原理和操作。在差分GPS野外测量及数据处理部分则以Ashtech ProMark2差分GPS系统为实例来讲述差分GPS测量基本操作及ProMark2测量系统来建立测量控制网。

遥感部分和地理信息系统部分具有相似的结构。地物光谱反射率的内容作为遥感的基础,在遥感部分首先做了介绍,利用ISI921VF-256野外地物光谱辐射计进行地物光谱反射率野外测定。然后在基于遥感软件ERDAS9.2视窗的基本操作之后介绍了ERDAS矢量功能;波段组合与图像几何校正、融合与镶嵌、裁剪与投影变换、空间增强与辐射增强、光谱增强等预处理;最后介绍了图像分类及分类后处理与精度评价、实用分析(Utilities)、ERDAS空间建模及批处理、ERDAS专题图设计与编制等。

ArcGIS 10以简单易用、功能强大、性能卓越等优点被广大从事地理信息系统和3S等相关专业人员所接受。在GIS部分,本书直接以软件ArcGIS 10为对象,在介绍ArcGIS基础知识、基本操作之后,介绍了ArcGIS 10的空间数据常用的分析和处理,主要包括空间参考与地图投影、地理配准及矢量化、矢量和栅格数据的地理分析、空间插值、ArcScene三维可视化、空间建模等内容等,在最后一章介绍ArcMap制图功能。

作者多年从事3S技术的教学和科研工作,具有较丰富的3S实践应用及教育教学经验。因此在编写此书综合实习部分时,将部分科研成果编入,主要涉及了ArcScene三维景观分析及漫游、土地利用动态变化分析、水土流失遥感定量测定这三个综合实习内容。

本书不仅注重3S中各个单独部分的实例应用,还利用综合案例强调3S之间的结合,具有实用性、全面性、技巧性,并且注重理论和实践的结合,可作为林学、森林保护、生态学、水土保持与荒漠化防治等专业学生的实践教材,也可作为地理信息系统、测绘工程、遥感、地图学、城市规划及其他从事空间资源环境相关专业人员的工具书。

本书在编写过程中充分考虑到初学者,语言力求通俗易懂,在没有教师指导的情况下也能自己练

习。对于易混淆的概念、重要的参数设置、容易出错的步骤等,以注意事项的形式给出提示,供读者学习参考。在每一章以及最后的综合案例,既有相关的技术原理及概念、方法的解释,也有详细的操作步骤,并且有对应的随书数据可供读者学习、练习。

本书在多年的教学实践的基础上,主要由福建农林大学赖日文编写。在编写的过程中主要参考了由牟乃夏、汤国安、杨昕、宋小东、钮心毅等编写的3S相关书目。福建农林大学余坤勇参与编写了综合案例水土流失遥感定量估测部分;福建农林大学森林经理学及自然地理学硕士研究生陈芳、汪琴、叶伟、罗文玮、陈思雨、谢雪莉、应兴亮参加书稿内容的讨论、协助图片整理、文稿打印;本书的编写过程中得到了许多同行专家和朋友的帮助,北京林业大学冯仲科教授、福建三明学院院长刘健教授审阅了全稿,并提出了宝贵的修改意见;本书的出版还得到福建农林大学教材基金的支助,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者能力有限,错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正!批评和建议请致信:fjlrw@126.com。

作 者

2014年5月于福建农林大学

目 录

GPS 篇

第1章	手持GPS初始化及参数设定	3
1.1	手持GPS的基本界面	4
1.2	手持GPS的参数设置	8
第2章	手持GPS野外数据测量及数据处理	12
2.1	航点编辑	12
2.2	建立导航航线	15
2.3	面积及路线长度测量	19
第3章	差分GPS野外数据测量及数据处理	24
3.1	差分GPS定位原理	24
3.2	GPS的局限性和误差来源及对应措施	25
3.3	Ashtech ProMark2差分GPS系统的认识和使用	26
3.4	控制网的布设与测量	31

RS 篇

第4章	地物光谱反射率野外测定	41
4.1	地物光谱辐射计介绍	41
4.2	仪器基本配置及连接	43
4.3	地物光谱测定	43
第5章	ERDAS软件介绍及基本视窗操作	56
5.1	软件介绍	56
5.2	ERDAS IMAGINE的图表面板	57
5.3	视窗基本操作	59
第6章	ERDAS矢量功能介绍	70
6.1	矢量文件的显示	71
6.2	矢量数据的复制	71
6.3	矢量图层显示特性的修改	72
6.4	矢量属性的查看和筛选	73
6.5	新矢量图层的创建	75

第7章	波段组合与图像几何校正	82
7.1	波段组合	82
7.2	图像几何校正途径	83
7.3	几何校正计算模型	84
7.4	多项式校正	85
第8章	图像融合与镶嵌	96
8.1	图像融合	96
8.2	图像镶嵌	97
第9章	图像裁剪与投影变换	103
9.1	图像分幅裁剪	103
9.2	图像投影变换	110
第10章	图像空间增强与辐射增强	112
10.1	空间增强处理	113
10.2	辐射增强处理	118
第11章	图像光谱增强	126
11.1	彩色合成	126
11.2	色彩变换	129
11.3	主成分变换	131
11.4	缨帽变换	134
11.5	去相关拉伸	136
11.6	指数计算	137
第12章	地形分析	140
12.1	坡度分析	140
12.2	坡向分析	141
12.3	高程分带	143
12.4	地形阴影	144
12.5	地形校正处理	146
12.6	栅格等高线	147
第13章	遥感图像分类	149
13.1	非监督分类	149
13.2	监督分类	151
13.3	专家分类	157
第14章	分类后处理及分类精度评价	165
14.1	分类后处理	165
14.2	分类精度评价	171
第15章	实用分析功能	176
15.1	变化检测	176
15.2	代数运算	178
15.3	ArcInfo 多边形转换成栅格图像	180
15.4	图像掩膜	181

第 16 章	空间数据建模及批处理	183
16.1	模型生成器	183
16.2	空间建模	184
16.3	批处理	193
第 17 章	ERDAS 专题图设计与编制	204
17.1	专题制图工作流程	204
17.2	专题地图编辑器功能	205
17.3	专题地图编辑过程	205
17.4	图面整饰要素的放置	209
17.5	专题地图的打印输出	215

GIS 篇

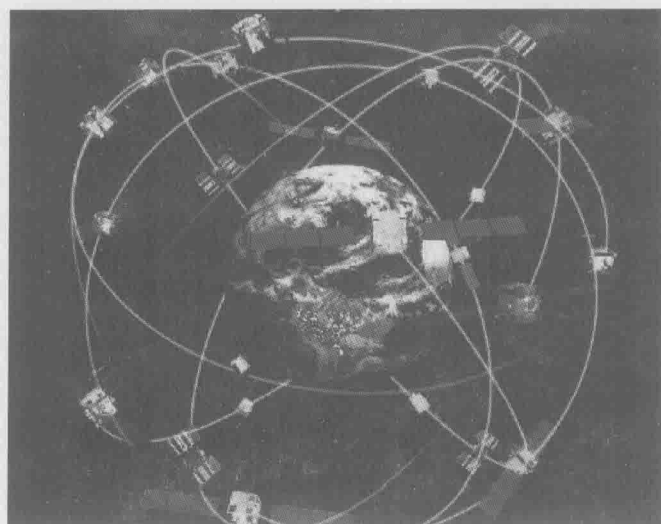
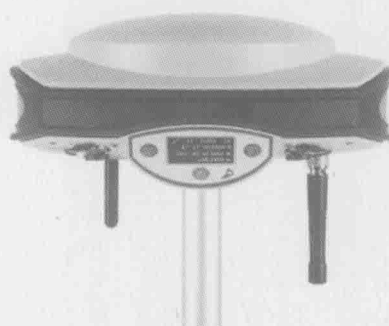
第 18 章	ArcGIS 基础及入门	219
18.1	ArcGIS 10 简介	219
18.2	桌面 GIS 简介	220
18.3	ArcMap 基本操作	225
18.4	ArcCatalog 基本操作	237
第 19 章	空间参考与地图投影	241
19.1	投影变换预处理	241
19.2	投影变换	246
第 20 章	ArcGIS 地理配准及矢量化	249
20.1	地理配准	249
20.2	分层矢量化	253
第 21 章	空间数据处理	258
21.1	数据处理	258
21.2	拓扑处理	262
第 22 章	缓冲区分析和叠加分析及应用	273
22.1	缓冲区分析	274
22.2	叠加分析	280
第 23 章	空间数据插值	285
23.1	插值的概念	285
23.2	插值方法	285
第 24 章	ArcGIS 的地统计分析	293
24.1	探索性空间数据分析工具	293
24.2	子集要素	299
24.3	空间插值	300
第 25 章	地形分析——TIN 及 DEM 生成	317
25.1	TIN 及 DEM 生成	317
25.2	DEM 的应用	323

第26章	水文分析——DEM应用	331
26.1	无洼地的DEM	332
26.2	流向分析	333
26.3	水流长度	334
26.4	流水累积量	336
26.5	河网分析	338
26.6	流域分析	342
第27章	模型构建器的基本操作	345
27.1	认识模型构建器操作界面	345
27.2	加载数据	346
27.3	创建模型	346
27.4	编辑模型	348
27.5	执行模型,查看结果	354
第28章	ARCSCENE 三维可视化	356
28.1	GIS数据三维显示	356
28.2	设置场景属性	359
28.3	三维飞行动画制作	362
第29章	ArcMap 制图	365
29.1	样式和符号设置	365
29.2	标注和注记	368
29.3	切换到布局视图	369
29.4	添加各种元素及设置	371
29.5	打印输出地图	372

综合案例篇

第30章	综合案例1:三维景观可视化及漫游	377
30.1	数据准备	378
30.2	数据处理	379
30.3	三维虚拟景观模型构建	381
第31章	综合案例2:土地利用动态变化分析	382
31.1	实习材料	382
31.2	实习内容	382
31.3	实习步骤	382
31.4	实习结果分析	385
第32章	综合案例3:水土流失遥感定量测定	392
32.1	实习材料	392
32.2	实习内容	392
32.3	实习步骤	393
32.4	实习结果分析	402
参考文献		404

GPS 篇



第1章 手持GPS初始化及参数设定

全球定位系统(Global Positioning System),由美国建立,在全球范围内进行导航与定位的系统,简称为GPS。GPS由三个独立的部分组成:

(1)空间部分:24颗工作卫星,3颗备用卫星。

(2)地面支撑系统:1个主控站,3个注入站,5个监测站。

(3)用户设备部分:GPS接收机,接收GPS卫星发射信号,以获得必要的导航和定位信息,经数据处理,完成导航和定位工作。GPS接收机硬件一般由主机、天线和电源组成。

其主要任务是接收地面发送的监控、导航等有关信息,提供高精度的时间标准,向用户发送导航定位信号;用户设备包括安装在海、陆、空运动目标上进行导航,或直接用于地面勘测定位的GPS接收机,主要实现目标的导航、定位、测时与测速等。卫星导航与定位系统有着非常广泛的应用,包括各类运动目标的导航、各种固定目标的精确定位以及对大地的探测等。除了美国的全球定位系统外,还有俄罗斯的全球导航卫星系统、中国的北斗导航系统和欧盟的伽利略系统。

GPS的基本定位原理是:卫星不间断地发送自身的星历参数和时间信息,用户接收到这些信息后,经过计算求出接收机的三维位置,三维方向以及运动速度和时间信息。如图1-1所示,其中 (x_1, y_1, z_1) 、 (x_2, y_2, z_2) 、 (x_3, y_3, z_3) 和 (x_4, y_4, z_4) 为GPS空间部分的卫星位置, t_0 为各卫星时间, t 为接收机时间, (x, y, z) 为未知地面测点位置,理论上只需观测三颗卫星的值,考虑到卫星位置也含有多种因素影响产生的误差,实际上应该观测4颗以上数量的卫星,取其平均值。

本章以麦哲伦海王星400手持GPS为例,对手持GPS的操作原理、界面设置和初始化设置进行介绍。

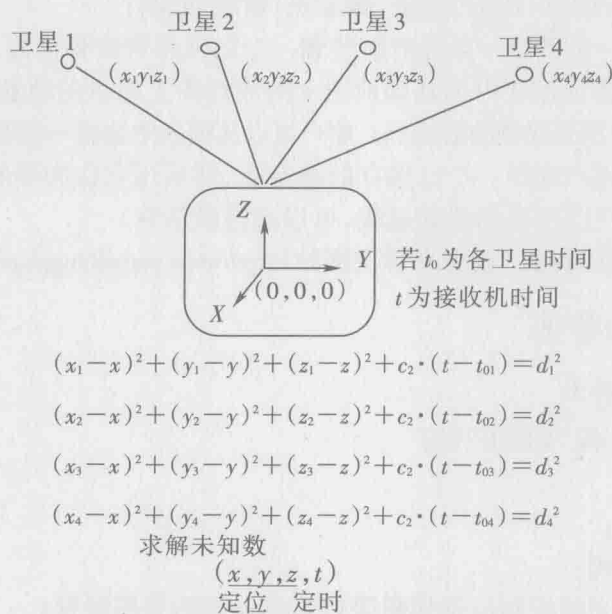


图1-1 GPS定位原理示意图

1.1 手持GPS的基本界面

1.1.1 按钮操作

按钮信息如图 1-2 所示。



图 1-2 麦哲伦海王星 GPS 手持机按钮信息

1.1.2 导航界面

导航菜单有 6 个选项:航点、地标、航迹、藏宝点、航线和旅行。

- (1)航点选项提供了一种创建一条导航航线到一个已保存到麦哲伦海王星 GPS 手持机航点的方法。
- (2)地标选项是被用来选择在内部基础地图上的或详图上的目的地航点。
- (3)航迹选项显示用户预先保存的航迹点。用户可以从列表中选择一条航迹。(航迹就是已保存的轨迹)
- (4)藏宝点选项允许用户选择一个已保存的藏宝点,然后用它作为导航航线的目的地航点。
- (5)航线选项显示用户已预先创建的航线,可以选择激活它。
- (6)旅行选项将来更新可用。点击麦哲伦网站 <http://www.magellangps.com> 获取信息更新。

1.1.3 选择导航屏幕

1. 打开或关闭导航屏幕

- (1)在查看地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“情景模式”;
- (4)选择编辑情景模式;
- (5)在信息页面使用光标控制以选择想要打开或关闭的导航屏幕;
- (6)按“ENTER”键;

(7)从下拉菜单高亮开或关,按“ENTER”键;

(8)按“ESC”键,直到返回到导航屏幕。

各屏幕状态信息如图 1-3 所示。

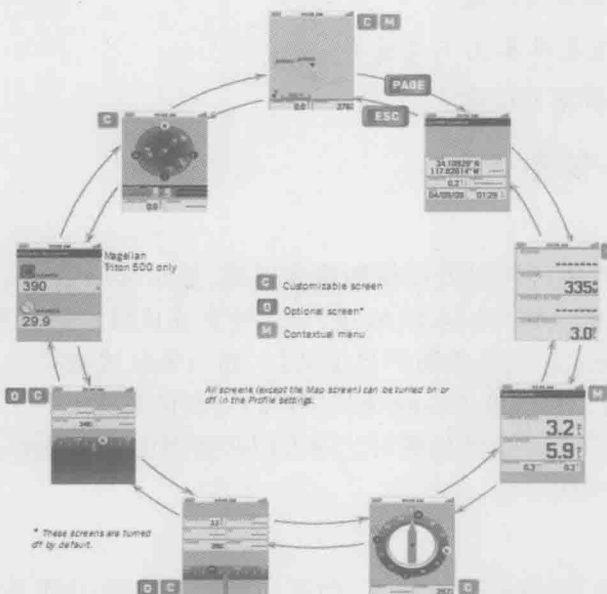


图 1-3 麦哲伦海王星 GPS 手机各屏幕状态信息

2. 自定义字段

6 个导航屏幕有自定义的数据字段来显示更有用的数据。可以从中选择:纬度,经度,方向,航向,到下一点的距离,到终点的距离,到下一点的时间,到终点的时间,当前时间,日期,目的地,偏航,高程,当前速度,平均速度,最大速度,有效距离(DMG),预计到达时间(ETA),精度,有效速度(VMG),里程表,当前行程。

3. 自定义地图屏幕的数据字段

- (1)在查看地图屏幕,选择“ENTER”键;
- (2)选择“自定义字段”;
- (3)使用光标控制,选择所需的字段;
- (4)选择“ENTER”键;
- (5)选择从列表中显示的所需的数据类型,按“ENTER”键;
- (6)按“ESC”键以完成。

(注:通过按“ENTER”,选择“地图选项”,在“地图数据字段”下选择所需的数据字段的数目,可设置显示在地图屏幕上数据字段的数目为“关”、“2 字段”或“4 字段”。)

4. 自定义大数据、罗盘或卫星状态屏幕的数据字段

- (1)在查看可定制的数据字段的屏幕,按“ENTER”键。第一个数据字段将显示成浅橙色。
- (2)选择您想要更改的字段,使之高亮,然后按“ENTER”键。
- (3)从列表显示选择想要的数据类型,然后按“ENTER”键。
- (4)海王星将返回到自定义数据字段的橙色屏幕,并显示所选择的信息。

5. 上下文菜单

地图屏幕、电子罗盘屏幕和速度计屏幕用上下文菜单连接,地图屏幕上下文菜单提供在正常使用情况下的大多数操作(保存航点,导航航点,当地信息,返程等)。电子罗盘和速度表上下文菜单提供

进入屏幕的相关操作。注意电子罗盘屏幕的上下文菜单仅限麦哲伦海王星 GPS 手持机 500 可用。

6. 进入地图屏幕上下文菜单

相关菜单功能在地图屏幕章节讨论。

7. 进入电子罗盘或速度表屏幕上下文菜单

相关菜单功能在地图屏幕章节讨论。

1.1.4 各导航屏幕信息

1. 地图屏幕

提供基础地图(如有下载的详图或处在详图覆盖区域,显示详图信息),航点(用户创建或图内预置)会通过图标显示在屏幕里。用户的运动(轨迹)以白色点连成橙色线直观显示在地图上,如果轨迹已保存,则显示为一条蓝色虚线(颜色由用户自定义)。如一条航线被激活,则在图上显示绿色实线。粉红色线指示目的地方位线。目的地方位线是从用户的当前位置到下一个目标点的直线(视线)。在左下角有一个北指标旋转指示用户当前位置对北的方向和地图比例尺显示。标题栏显示电池容量、时间和卫星信号强度。如图 1-4 所示。

2. 当前位置屏幕

当前位置屏幕包括:用户当前的方位、距离,如有一条激活路线,也显示到下一航点的信息。重设里程表,到速度表屏幕重新设置里程表(另外,里程表可从地图屏幕通过上下文菜单选择“重置…”)。如图 1-5 所示。

3. 大数据屏幕

大数据屏幕用大字体的、易读格式显示 4 个自定义数据字段,这个屏幕可以远距离浏览导航信息。选择要显示的数据,按“ENTER”键,选择要更改的字段,再按“ENTER”键,选择所需的数据类型。如图 1-6 所示。

4. 速度表屏幕

速度表屏幕用大字体的、易读格式显示当前速度和最大速度,也显示里程表和单程里程表,这样用户可以看到旅行的距离。最大速度、里程表和单程里程表可进行重置,具体说明如下:

(1)重置里程表。

①在查看速度表屏幕,按“MENU”键;

②选择“重置里程表”;

③速度屏幕显示里程表重置为零。

(2)重置单程里程表。

①在查看速度表屏幕,按“MENU”键;

②选择“重置单程里程表”;

③速度屏幕显示单程里程表重置为零。

(3)重置最大速度。

①在查看速度表屏幕,按“MENU”键;

②选择“重置速度”;

③速度表屏幕显示最大速度和平均速度重置为零。

如图 1-7 所示。

5. 电子罗盘屏幕

电子罗盘屏幕显示用户熟悉的图形格式信息,包括航向(用户旅行的方向)和方位(如果航线被激

活,指示用户下一个目标航点的方向)。罗盘外有相对于用户的位置和航向指示太阳和月亮位置的图标。罗盘内有2个箭头显示,大的绿色箭头指示当用户移动时的前进方向,小的黑色箭头指向用户下一个目标航点的方位,如果用户有一个激活航线的话。当两个箭头在一条直线,用户可直行到目的地。(注意:罗盘转动指北)。在显示屏下方的两个数据字段是可自定义的。如图1-8所示。

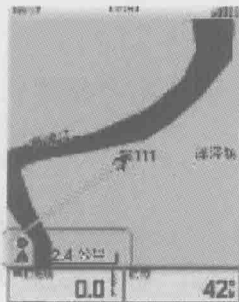


图 1-4 地图屏幕



图 1-5 当前位置屏幕



图 1-6 大数据屏幕



图 1-7 速度表屏幕



图 1-8 罗盘屏幕

(可自定义)

(可自定义)

6. 带状罗盘屏幕

带状罗盘屏幕显示罗盘信息,以便于用户使用图形带状罗盘。数据字段可设置为用户需要显示的自定义信息,也显示标准罗盘屏幕。带状罗盘屏幕默认是关闭的。如图1-9所示。

7. 道路罗盘屏幕

道路罗盘屏幕在另一个熟悉的格式显示罗盘信息,例如:带状罗盘,道路罗盘默认是关闭的,但可按下面说明打开。如图1-10所示。

8. 打开带状罗盘和道路罗盘屏幕

- (1)从地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“情景模式”;
- (4)选择所需要的情景模式;
- (5)在信息页面,向下滚动至“带状罗盘”或“道路罗盘”选项;
- (6)按“ENTER”键;
- (7)高亮“是”,并按“ENTER”键。

9. 卫星状态屏幕

卫星状态屏幕图形化地显示用于定位的卫星及其信号强度,屏幕显示信号接收的强、弱、微弱指标。绿色卫星图标代表使用的卫星,黄色(强)、白色(中)和红色(弱)图标表示未使用的卫星,信号强度也用颜色条显示在屏幕下方。显示的数字表示GPS卫星的ID号,字母“W”表示WAAS卫星(广域差分系统)。有2个自定义导航屏幕显示在显示屏下方。如图1-11所示。



图 1-9 带状罗盘屏幕



图 1-10 带路罗盘屏幕

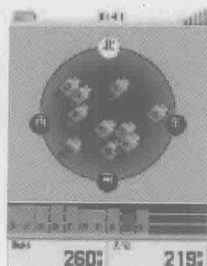


图 1-11 卫星状态屏幕(可自定义)

1.2 手持GPS的参数设置

麦哲伦海王星GPS手持机提供自定义手持机和查看关于麦哲伦海王星GPS手持机的详细信息的手段。

1.2.1 手持GPS辅助功能参数设置

1. 设置音量和亮度

- (1)从地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“设置”;
- (4)选择“音量和亮度”;
- (5)高亮音量或亮度滑动条;
- (6)使用光标控制的左右键以调整音量或亮度;
- (7)按“ESC”键以完成。

2. 查看内存使用

- (1)从地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“设置”;
- (4)选择“内存”;
- (5)选择“总内存”;
- (6)按“ESC”键以完成。

3. 清除内存

使用清除内存须谨慎。这会删除保存在手持机里的航点和航线,并无法复原。

- (1)从地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“设置”;
- (4)选择“内存”;
- (5)选择“清除内存”;
- (6)选择“是”以确认。

4. 恢复工厂设置

使用此选项须谨慎。用户将需要重置用户先前已设置的任何情景模式或设置。

- (1)从地图屏幕,按“MENU”键;
- (2)选择“查看”;
- (3)选择“设置”;
- (4)选择“内存”;
- (5)选择“恢复工厂设置”;