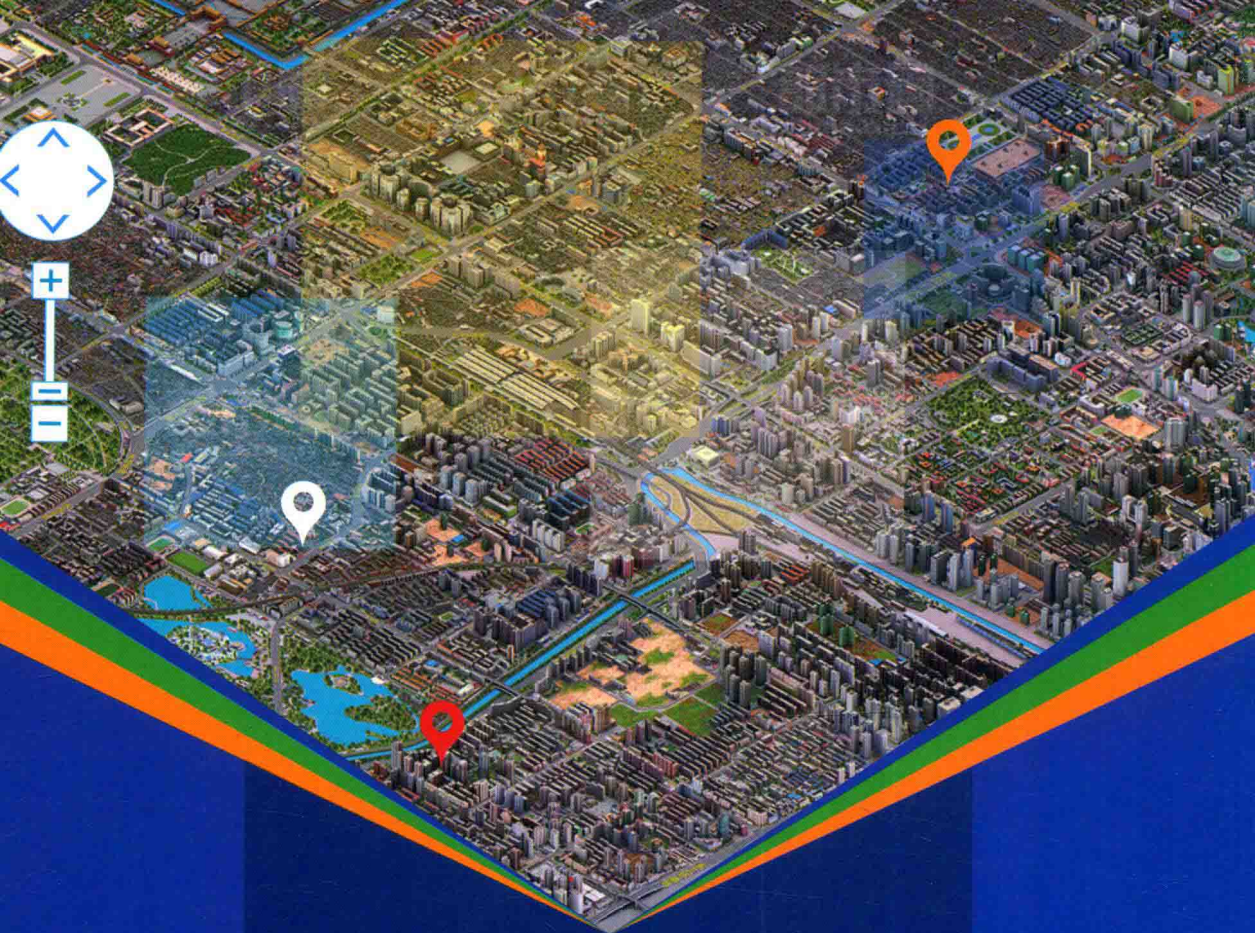




Geospatial Information Experiments for Emergency Management

应急空间信息学实验

王 飞 郑晓翠 袁宏永 钟少波 黄全义 编著



清华大学出版社

Geospatial Information Experiments for Emergency Management

应急空间信息学实验

王 飞 郑晓翠 袁宏永 钟少波 黄全义 编著

清华大学出版社
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121993

图书在版编目(CIP)数据

应急空间信息学实验/王飞等编著. —北京：清华大学出版社，2016

ISBN 978-7-302-45561-5

I. ①应… II. ①王… III. ①地理信息系统—实验—教材 IV. ①P208.2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 278217 号

责任编辑：黎 强

封面设计：常雪影

责任校对：王淑云

责任印制：沈 露

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：北京富博印刷有限公司

装 订 者：北京市密云县京文制本装订厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：11.5 字 数：277 千字

(附光盘 1 张)

版 次：2016 年 11 月第 1 版

印 次：2016 年 11 月第 1 次印刷

印 数：1~1000

定 价：39.00 元

产品编号：070262-01

前 言

近些年国内外学者运用多学科交叉的理论与方法深入探索面向突发事件应急管理的科学问题,在此过程中产生了一个新的学科研究方向“应急空间信息学”,该名词首次在本书中使用,代表公共安全与应急工程学科以及空间信息学关联学科的交叉,其中空间信息学科主要包括全球卫星定位系统(global navigation satellite system, GNSS 或 global positioning system, GPS)、地理信息系统(geographic information system, GIS)和遥感(remote sensing, RS)技术,亦被称为 3S 技术,是地理空间技术、传感器技术、卫星定位与导航技术和计算机技术、通信技术等多学科高度集成的对空间信息获取、处理、分析、可视化、传播和应用的现代信息技术。

应急管理包含突发事件的预防与准备、监测与预警、处置与救援以及恢复与重建等应对活动。在整个过程中,3S 技术贯穿应急管理的每个阶段,如通过 RS 和 GPS 向 GIS 提供或更新区域地理信息以及动态空间定位信息,GIS 进行特定的空间分析,以及从 RS 和 GPS 提供的浩如烟海的数据中提取分析有用信息,并进行综合集成,为科学的应急决策提供关键的技术支撑。

本书在“应急空间信息学”专业理论课程的基础上,精选了多个典型的突发事件应急管理案例,通过实验操作,结合深圳大学城校园实际地理空间数据,借助主流或开源的专业软件,使读者学以致用,在了解专业软件主要功能和使用方法的基础上,学习利用 3S 技术管理应急空间信息的方法和技术,解决现实应急管理中遇到的问题。

本书适合于公共安全科学领域、3S 科学领域的学生、研究人员、工作人员,也适合于正在学习 3S 技术和正在应用二/三维地理信息系统软件技术的读者。书中每个实验练习都配有实验课堂数据(附光盘),并提出了拓展练习,读者可以根据工作、学习中的实际案例进行拓展。

本书是在“十三五”国家重点研发计划(2016YFC0803107)和(2016YFB0502601)、广东省应急平台技术研究中心项目(2012A032100001)支持下完成的。

我们感谢清华大学深圳研究生院安全科学与技术研究所以及清华大学公共安全研究院的所有成员在本书的编写过程中给予的建议和支持,感谢武军晖对数据整理、稿件校对等付出的努力。感谢清华大学和清华大学深圳研究生院对本书出版的大力支持。

由于水平有限,书中难免有错漏之处,望读者不吝指正。

作者

2016 年 4 月于深圳

目 录

实验一 创建应急空间数据库	1
一、实验目的	1
二、实验内容	1
三、输入输出	1
四、预备知识	1
五、实验步骤	5
六、拓展练习	12
实验二 应急空间专题图基本操作	13
一、实验目的	13
二、实验内容	13
三、输入输出	13
四、预备知识	14
五、实验步骤	18
六、拓展练习	35
实验三 地理编码及应急空间查询技术	37
一、实验目的	37
二、实验内容	37
三、输入输出	37
四、预备知识	37
五、实验步骤	47
六、拓展练习	65
实验四 空间网络分析技术	66
一、实验目的	66
二、实验内容	66
三、输入输出	66
四、预备知识	66
五、实验步骤	76
六、拓展练习	90

实验五 动态追踪分析技术	92
一、实验目的	92
二、实验内容	92
三、输入输出	92
四、预备知识	93
五、实验步骤	103
六、拓展练习	115
实验六 空间分析与建模技术	117
一、实验目的	117
二、实验内容	117
三、输入输出	117
四、预备知识	118
五、实验步骤	128
六、拓展练习	140
实验七 三维空间场景构建	141
一、实验目的	141
二、实验内容	141
三、输入输出	141
四、预备知识	141
五、实验步骤	147
六、拓展练习	160
实验八 地图发布的开源技术	162
一、实验目的	162
二、实验内容	162
三、输入输出	162
四、预备知识	162
五、实验步骤	168
参考文献	176

实验一 创建应急空间数据库

一、实验目的

1. 了解公共安全与应急管理领域的数据库标准规范。
2. 掌握应急空间数据库的基本概念及不同类型数据属性信息的设定。
3. 掌握应急空间数据库的创建过程。
4. 熟悉 GPS 数据采集的工作原理,掌握如何利用 GNSS Planning Online 软件进行分析和规划 GPS 数据采集任务。
5. 掌握使用 GPS 接收器采集应急地理要素的方法。

二、实验内容

1. 实地野外调研目标区(本实验以深圳市南山区西丽深圳大学城清华园区为目标区,以下不再复述),为其创建应急空间数据库。
2. 遵照构建的应急空间数据库,通过 GNSS Planning Online 软件规划合理的数据采集任务,利用 GPS 接收器完成目标区所覆盖要素的坐标信息采集,为后续实验提供数据基础。
3. 遵照构建的应急空间数据库,完成深圳大学城清华园区所覆盖要素的属性信息采集,为后续实验提供数据基础。

三、输入输出

1. 输入数据:无
2. 拓展练习输出数据

某区域应急空间数据库,建议为 EXCEL 表格形式,遵循以下命名格式:练习 1_练习者姓名。表格内容须包含区域内的所有应急空间要素,要素应具有完整的空间和非空间属性信息。

四、预备知识

1. 空间信息与应急空间信息

空间信息是反映地理实体空间分布特征的信息。空间分布特征包括实体的位置、形状及实体间的空间关系、区域空间结构等^[1]。地理学通过空间信息的获取、分析、加工和综合,揭示区域空间分布、变化的规律。空间信息借助于空间信息载体进行传递,比如包含了不同图形的图像或地图。图形是表示空间信息的主要形式,地理实体可被描述为点、线、面等基本图形元素及其组合。通常情况下,空间信息只有和属性信息、时间信息结合起来才能完整地描述地理实体。

根据《突发事件应对法》规定,应急管理分为四个主要环节,分别是应急预防与准备、监测与预警、应急处置与救援、事后恢复与重建^[2]。每一个环节都需要大量的空间信息数据支持。应急空间信息是指在应急管理的各个阶段和活动中,使用或处理、分析产生的代表突发事件、承灾载体、应急管理活动的各类图形形式要素的总称。应急空间信息并不是一种新的形式的信息,而是各类地理实体在置身于应急管理这一上下文环境后,被赋予了新的涵义。由此,也带来了应急空间信息在获取、管理、处理、分析等环节出现的新的需求和问题。例如传统的水利、交通等领域对空间信息的精确度要求比较高,数据获取的频度较低。而在应急管理工作中,通常要求数据具有较好的时效性,同时突发事件高度的时变特征,往往要求频繁地获取同一目标或区域的数据。应急空间信息除了拥有空间信息所具有的定位特征、尺度特征、维度特征等之外,还具有很强的时效性、聚焦性、多重性和依赖性。

2. 矢量数据模型与栅格数据模型

计算机通过矢量和栅格两种基本的数据模型来描述地理实体。矢量数据模型是代表地图图形的各离散点平面坐标 (x, y) 的有序集合,矢量数据结构用于表示地图图形元素几何数据之间及其与属性数据之间的相互关系,其坐标空间假定为连续空间,可以更加精确地表达空间对象的空间位置^[3]。使用矢量数据描述的空间对象可以分为点实体、线实体和面实体。点实体包含单独一对 (x, y) 坐标定位的空间实体(如果是三维空间下的空间实体表达,可以包含 z 坐标来描述高程信息),是不可再分的地理实体。线实体是由直线元素组成的各种线性要素,直线元素由两对 (x, y) 坐标定义,线实体可以是连续而复杂的曲线(也称为“弧”)。面实体也称为多边形,通常由一个边界来定义,而边界是由形成一个封闭环状的线实体所组成。如果面实体有洞在其中,那么可以采用多个封闭的环以描述它。为了描述真实世界中地理空间实体的相对位置,除了表示出空间实体的位置、形状和属性之外,还要将实体之间的相互关系进行描述,这些关系就是拓扑关系,是图形在保持连续状态下变形,但图形相互关系不变的性质。拓扑关系可以非常清楚地反映实体之间的逻辑结构关系,在空间信息的管理和分析上发挥重要作用,主要包括提升空间数据质量和辅助空间数据处理、查询和分析。通过拓扑关系可以得知一个矢量实体和其他矢量实体的关系,大大解决了实际中的很多问题,比如想了解污染河流穿过的村庄、传染病发病城市 and 哪些城市是相邻的、某个行政区域内有多少危险源和防护目标等信息,就需要分析实体之间的拓扑关系。

栅格数据模型将连续空间离散化,即用二维格网覆盖整个连续空间,格网(又称像素或像元)可以分为规则的和不规则的,方格、三角形和六角形是空间数据处理中最常用的格网方式^[3]。格网的特征参数有尺寸、形状、方位和间距等。地理信息系统中的栅格数据经常是来自人工和卫星遥感影像设备,以及用于数字化文件的设备。由于像元具有固定的尺寸和位置,并且按照一定的规则排序,所以其表示的空间实体位置关系是通过像元的行号和列号来表示的。使用栅格数据描述的空间对象也可以分为点实体、线实体和面实体。点实体在栅格数据中表示为一个像元,线实体则表示为在一定方向上连接成串的相邻像元集合,面实体则由聚在一起的相邻像元集合表示。使用栅格数据结构存储的地理数据需要按照分层组织存储,每一层由一组格网坐标组成,具有单一的属性数据或专题信息,比如可以用一个栅格层来表示道路,另一个栅格层来表示河流。

3. 空间数据库与应急数据库

空间数据库也叫地理数据库,是某一区域内关于地理实体空间特征、时间特征、属性特征的数据集合,为空间数据提供标准格式、储存方法和有效的管理手段^[17]。实际上地理信息系统的主要业务就是围绕空间数据的采集、加工、存储、分析展开的,因此空间数据库是地理系统的核心,其性能直接影响了地理信息系统的运行效率。

应急空间数据库是站在突发事件应急管理角度,对空间数据和非空间数据进行分类、存储和管理,以辅助应急管理过程为最终目的,因此其数据分类方法、属性信息设定等均具有应急领域专有的特点,比如可包含重点防护目标、重大危险源、避难场所等数据类别,而在每个类别中,又存储了该类别数据与应急管理密切相关的属性信息,比如应急联系人、可能的受灾形式等信息。

国内目前已发布了应急领域的若干数据库标准规范,如由广东省政府应急管理办公室(应急办)、清华大学公共安全研究院、清华大学深圳研究生院共同起草,于2013年3月31日正式实施的《广东省应急平台体系数据库规范 基础信息》(DB44/T 1099—2012),作为国内首个应急平台体系地方标准,有力推动了广东省应急平台体系建设,特别是全省统一应急管理数据库建设工作的开展。本练习可以参考这些标准规范,通过实地调研,合理规划,建立目标区应急空间数据库。

Geodatabase 是地理数据库在特定的地理信息系统——ArcGIS 中的具体形式,是 ArcGIS 中各种类型地理数据集的集合,主要包含三种数据集类型,分别是要素类、栅格数据集、表,如图 1-1 所示^[4]。要素类可以表示具有相同空间制图表达和一组通用属性的同类要素的集合,比如道路、建筑物等,最常用的四种要素类是点、线、面、注记。表可以管理一系列简单且必要的关系数据,比如具有相同公共字段的关联数据——某一学校的学生基础信息表。栅格数据是通过将世界分割成在格网上布局的离散像元来表示地理要素,常用作地图的底图。Geodatabase 是 ArcGIS 存储、表示和管理地理信息的重要工具,其内容和结构可以根据使用者的需求灵活设置。

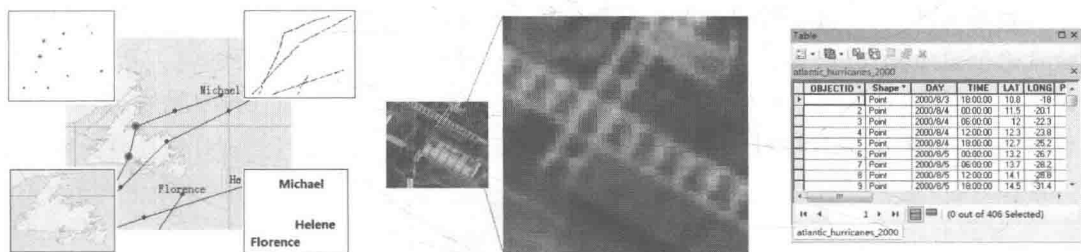


图 1-1 ArcGIS 中的要素类、栅格数据、表

对于应急管理人员来说,可以认为 Geodatabase 是应急空间数据库在 ArcGIS 平台中的表现形式,通过设计和构建 Geodatabase,应急管理人员得以在 ArcGIS 中组织、使用、分析应急空间信息。

4. GPS 技术

GPS 是一种利用人造地球卫星进行空间定位和导航的技术,具有全天候、高精度、自动化、高效益等显著特点。借助于 GPS 的空间定位能力,可以进行坐标数据的采集和更

新,为应急空间数据的获取提供了一种先进、有效的手段。GPS 的导航功能则可以对各种移动载体进行实时跟踪,结合移动通信技术,可以在应急处置与救援中高效地执行应急指挥调度。因此 GPS 技术广泛应用于应急管理的应急资源管理、危险源定位、重点区域监测、目标追踪等环节。

GPS 全球定位系统由三部分组成:空间部分——GPS 星座;地面控制部分——地面监控系统;用户设备部分——信号接收机。其中 GPS 信号接收机主要功能是能够捕获到按一定卫星截止角所选择的待测卫星,并跟踪这些卫星的运行。当接收机捕获到跟踪的卫星信号后,即可测量出接收天线至卫星的伪距离和距离的变化率,解调出卫星轨道参数等数据。根据这些数据,接收机中的微处理单元就可按定位解算方法进行定位计算,计算出用户所在地理位置的经纬度、高度、速度、时间等信息。接收机硬件和机内软件以及 GPS 数据的后处理软件包构成完整的 GPS 用户设备。GPS 接收机的基本类型分为导航型和大地型,如图 1-2 所示,根据接收的载波频率通常又可分为单频接收机和双频接收机^[5]。

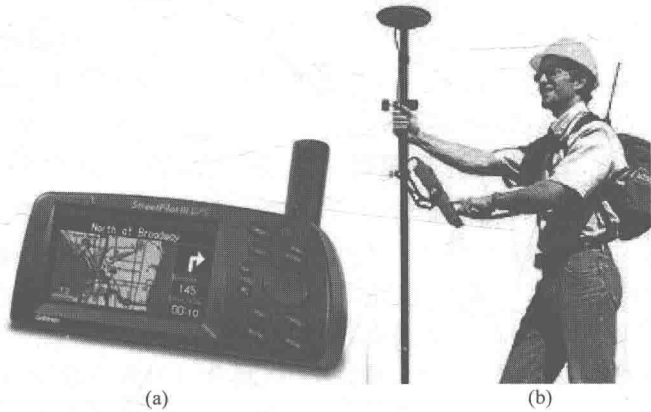


图 1-2 (a) 导航型 GPS 接收机;(b)大地型 GPS 接收机

目前生产 GPS 接收机的主要厂商有:美国天宝(Trimble)、美国佳明(Garmin)、中国合众思创(UniStrong)等。本实验采用的是 Garmin 的 eTrex20 单频手持式 GPS 接收机,如图 1-3 所示,其具有航点标定与管理、面积/长度测量、坐标转换、航迹/航线、地图与导航等功能,可满足基本的 GPS 坐标信息采集工作^[6]。



图 1-3 Garmin eTrex20 GPS 接收机^[6]

5. GNSS Planning Online 软件应用

GNSS Planning Online 是一个用于规划 GNSS 数据采集任务的在线软件,由美国天宝(Trimble)公司开发并免费开放,该软件不局限于 GPS 卫星系统,也可以选择 GLONASS、Galileo、北斗,或者 QZSS 卫星系统,可以设置采集时间和采集环境,查看分析结果,估计采集数据的误差,从而帮助使用者合理规划数据采集任务^[7]。其界面如图 1-4 所示。

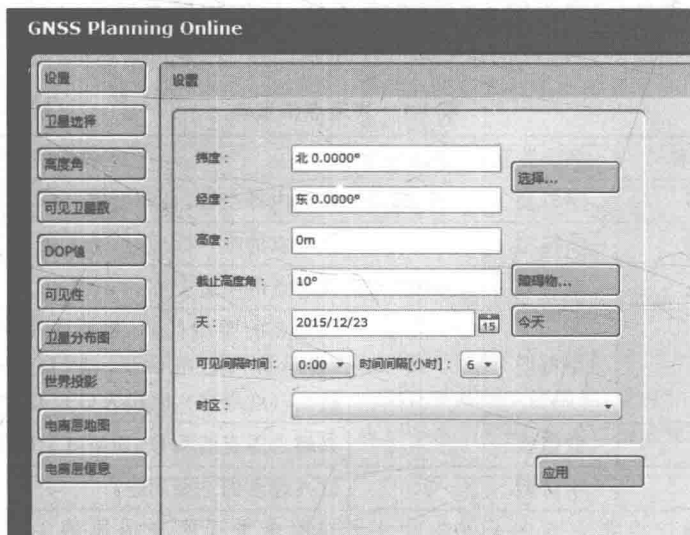


图 1-4 GNSS Planning Online 在线界面^[7]

五、实验步骤

1. 制定应急空间数据库数据采集表格

查阅《广东省应急平台体系数据库规范 基础信息》(以下简称《数据库规范》),实地调研目标区——深圳大学城清华园区,将应急相关的所有地物合理分类,并确定其必要的属性信息、数据类型、约束条件等。实地调研后会发现,有部分地物可以直接使用《数据库规范》中的信息表,有部分地物需要自行编制信息表。

深圳大学城清华园区内与应急相关的地物包括建筑物、道路、湖泊、河流,以及包括路灯、电话亭、红绿灯在内的多种兴趣点。依据标准规范中基础信息数据库的分类标准,清华园区内的建筑物又可进一步分为重点防护目标、避护场所、医疗卫生单位三类,这三类地物可以参照数据库规范中的信息表来进行数据采集。道路、湖泊、河流以及各种兴趣点需自行编制数据信息表格,因此该数据库可以分为重点防护目标、避护场所、医疗卫生单位、道路、水域、兴趣点六个表单。下面以兴趣点为例,讲解如何制定一个数据采集表格。

首先对于数据库中的每一条信息,系统都会自动生成内部主键与统一标识码,这是每条信息的“身份证”。其次每个兴趣点都包含空间属性和非空间属性,空间属性告诉我们该对象“在哪里”,包括其经纬度、高度,以及相应的坐标系统和高程基准。非空间属性告诉我们该对象“是什么”,包含的信息比较多样化,需要我们进一步梳理。

经实地调研,确定清华园区内兴趣点包括路灯、消火栓、告示牌、电话亭、自动售货机、ATM机、红绿灯、出入口等。他们包含的共同的非空间属性包括各自的名称、用途、类别、应急管理中必须获取的负责人、联系人、行政区划信息、数据来源和更新时间信息等。路灯由于其特有的唯一编号信息,目前已经在应急管理中广泛应用,因此专门设立“编号”属性,记录路灯的编号。其余各兴趣点特有的属性,比如ATM所属银行、电话亭电话号码等,可以在备注中描述。

为规范数据信息,需要设定一定的约束条件,比如数据类型、字段长度、填写格式、取值范围等。最终制定的兴趣点信息如表1-1所示。

表 1-1 兴趣点信息表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
1	兴趣点编号	字符型	32	系统内部主键,自动生成
2	统一标识码	字符型	32	兴趣点的唯一标识,自动生成
3	名称	字符型	100	兴趣点的中文全称
4	类型代码	字符型	10	兴趣点的类型代码,包括1(路灯)、2(消火栓)、3(告示牌)、4(电话亭)、5(自动售货机)、6(ATM机)、7(红绿灯)、8(出入口)、99(其他)
5	编号	数值型	5	兴趣点固有的编号,如路灯上的编号
6	用途	字符型	500	该兴趣点的主要用途
7	坐标系统代码	字符型	1	兴趣点平面坐标采用的坐标系统代码,包括1(2000国家大地坐标系)、2(1980西安坐标系)、3(1954年北京坐标系)、4(WGS84坐标系)、5(其他坐标系)
8	经度	数值型	8,5	兴趣点的经度,十进制
9	纬度	数值型	7,5	兴趣点的纬度,十进制
10	高程基准代码	字符型	1	兴趣点高程采用的高程基准代码,包括1(1985国家高程基准)、2(1956年黄海高程系)、3(珠江高程基准)、4(其他高程基准)
11	高程	数值型	7,3	兴趣点的高程,单位为米
12	行政区划代码	字符型	12	兴趣点所在行政区划的代码
13	负责人	字符型	200	兴趣点负责人的姓名。多个负责人姓名用英文逗号分隔
14	负责人办公电话	字符型	200	兴趣点负责人的办公电话。多个电话用英文逗号分隔
15	负责人移动电话	字符型	200	兴趣点负责人的移动电话。多个电话用英文逗号分隔
16	负责人住宅电话	字符型	200	兴趣点负责人的住宅电话。多个电话用英文逗号分隔
17	联系人	字符型	200	兴趣点联系人的姓名。多个联系人姓名用英文逗号分隔

续表

序号	字段名称	字段类型	字段长度	字段说明
18	联系人办公电话	字符型	200	兴趣点联系人的办公电话。多个电话用英文逗号分隔
19	联系人移动电话	字符型	200	兴趣点联系人的移动电话。多个电话用英文逗号分隔
20	联系人住宅电话	字符型	200	兴趣点联系人的住宅电话。多个电话用英文逗号分隔
21	联系人电子邮箱	字符型	200	兴趣点联系人的电子邮箱。多个电子邮箱用英文逗号分隔
22	主管单位	字符型	100	兴趣点主管单位的名称
23	主管单位地址	字符型	200	兴趣点主管单位的详细地址
24	数据来源单位	字符型	9	该数据的来源单位代码
25	最近更新时间	日期时间型		该数据的最近更新时间,形式为 yyyy-mm-dd-hh:mm:ss
26	备注	字符型	500	兴趣点简短的文字描述,或者补充说明信息。比如电话亭电话号码、出入口所属建筑、告示牌用途等

本实验提示 1: 光盘中包含了完整的深圳大学城清华园区应急空间数据库框架,包括六个信息表以及部分参考数据,可供读者参考及之后的练习使用。

2. 使用 GNSS Planning Online 规划数据采集任务

(1) 在浏览器中输入如下地址,打开 GNSS Planning Online

<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/#/Settings>

(2) 根据 GPS 采集作业的时间和环境,设置 GNSS Planning 参数,包括经纬度、高度、障碍物高度角、起始时间、时间间隔、时区、选择导航卫星等。主要设置界面如图 1-5 所示。

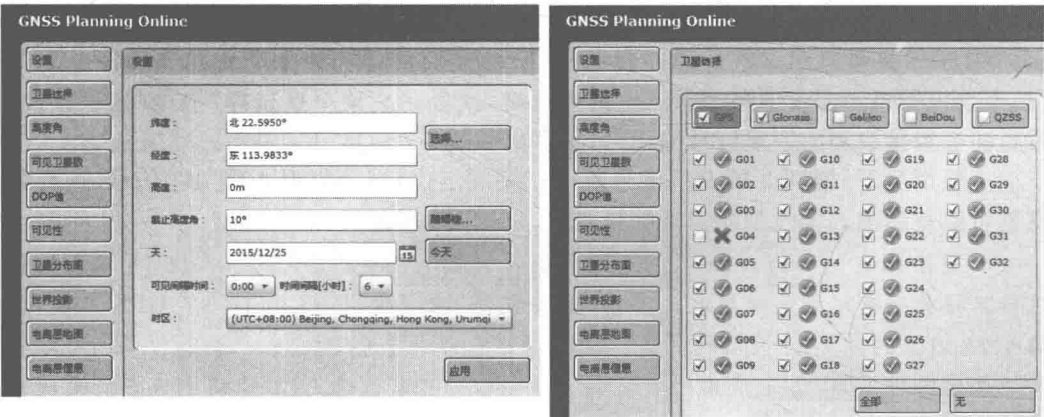


图 1-5 GNSS Planning Online 主要设置界面^[7]

本实验提示 2：在参数设置中，可以利用“设置”界面的“选择”按钮，在地图上单击目标点，从而获取目标点的经纬度信息；可以利用“障碍物”按钮，设置 360 度障碍物的方位角和高度角；设置完成后，要单击“应用”按钮，使设置生效。

本实验提示 3：“卫星选择”界面随着“设置”界面参数的变化而变化，Garmin eTrex20 同时支持 GPS 与 GLONASS 两套卫星定位系统，因此可以勾选只分析 GPS 或同时分析 GPS 与 GLONASS。

(3) 查看分析结果，判断数据采集作业在什么时段最佳。

在“高度角”、“可见卫星数”、“DOP 值”、“可见性”、“卫星分布图”、“世界投影”、“电离层地图”、“电离层信息”等界面查看分析结果。DOP 是 Dilution of Precision 的缩写，该值表征了采集的 GPS 坐标的相对误差，因此“DOP 值”界面最直观地反映出采集任务规划是否合理，显然，应该选取 DOP 值最小的时段开展数据采集工作。

本实验提示 4：在“高度角”、“可见卫星数”、“DOP 值”、“可见性”、“卫星分布图”、“世界投影”、“电离层地图”、“电离层信息”等界面右下角有一个时间滑块，拖动该滑块，可以看到各参数随时间的变化。

3. 户外实地开展 GPS 数据采集

本示例采用 Garmin® eTrex20 GPS 接收机完成 GPS 数据采集。eTrex20 默认使用经纬度坐标显示格式，WGS84 大地坐标系统。其开机后主菜单页面如图 1-6 所示，面板上的摇杆可用于选择光标位置并按压选择。



图 1-6 eTrex20 主菜单页面^[6]

数据采集的基本步骤包括：

1) 开机定位

将 GPS 接收机拿至室外较开阔地点，避免受到高楼和树木的遮挡。长按电源键开机，等待机器自动搜索卫星信号。短按电源键，或者在主菜单里选择“卫星”选项，可以查看目前已经接收到的卫星信号的强度，其页面如图 1-7 所示。

一般情况下，搜到 3 颗卫星信号就可以完成定位，当接收到 4 颗卫星信号时，高程信息就可以被测出。接收到的卫星数量越多，定位误差就越小。

本实验提示 5：eTrex20 支持 GPS 和 GLONASS 两套卫星定位系统，可以在设置中选择只接收一套还是同时接收两套，一般情况下，卫星编号 32 以下的是 GPS 卫星，卫星编号 32 以上的是 GLONASS 卫星。

本实验提示 6：首次使用一般需要 2 分钟的搜星定位时间，多次同一地点使用的话则仅需要 30 秒左右就可以完成搜星定位。如果超过三个月以上未使用该机器，或者距离上次使用地点超过数百公里，则可能需要 5 分钟的搜星定位时间。

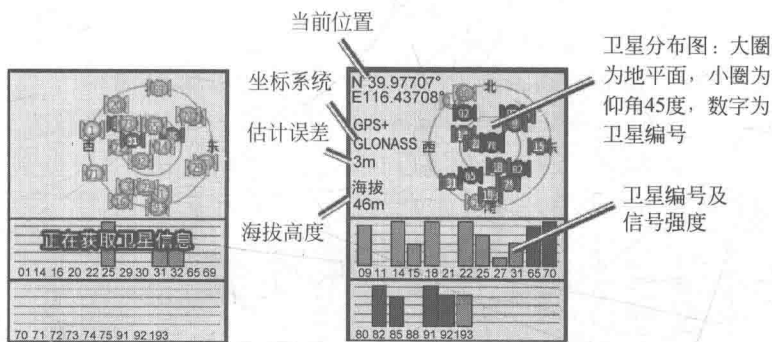


图 1-7 eTrex20 卫星状态显示页面^[6]

2) 航点标定

eTrex20 提供了多种现场航点标定方法,其中最常用的是“位置平均”和“投影航点法”。

对于开阔地点的航点,可以通过“位置平均”法测得其高精度位置信息,GPS 接收机会自动对同一地点测量一系列位置坐标,并求平均值,通过界面上的进度条可以得知当前可靠度/精度,当可靠度/精度达到要求后,按下“保存”即可完成当前航点的测量。其界面如图 1-8 所示。



图 1-8 位置平均测量法界面^[6]

对于因道路阻碍、地形受限、周边环境遮挡等原因而导致无法准确测得的位置,可以采用“投影航点法”,通过测量一个高精度的当前位置,以及目标位置距离当前位置的方位角度(方位角限制:0-359°,正北为 0°,顺时针转动角度增加)和距离,推算目标位置的坐标。其操作界面如图 1-9 所示。

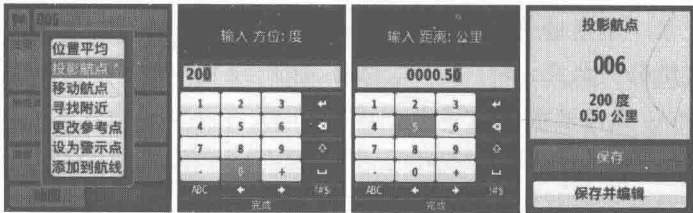


图 1-9 投影航点法^[6]

以深圳大学城清华园区荷园 1 号楼为例。荷园 1 号楼位置如图 1-10 所示,该楼呈“十”字型,外侧角点大部分能用 GPS 接收机直接测得 GPS 坐标,内侧角点受到建筑自身以及周边高楼影响,很难测得准确的 GPS 坐标,此时可以先测得图 1-10 中 A 点坐标,为(22.59511381N,113.962821E),再测得 A 点与 B 点的方位角度为 270° (该楼为正的东走向),距离为 9.85 米,利用 eTrex20 的投影航点法,可以得到 B 点坐标为(22.59511381N,113.9627905E)。

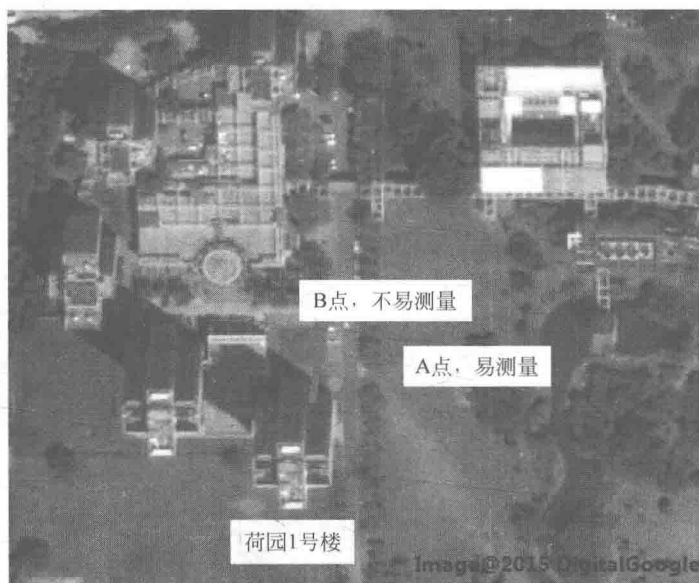


图 1-10 荷园 1 号楼位置

本实验提示 7: 航点测量过程中,要经常关注搜星情况。

本实验提示 8: eTrex20 可以存储 2000 个航点。

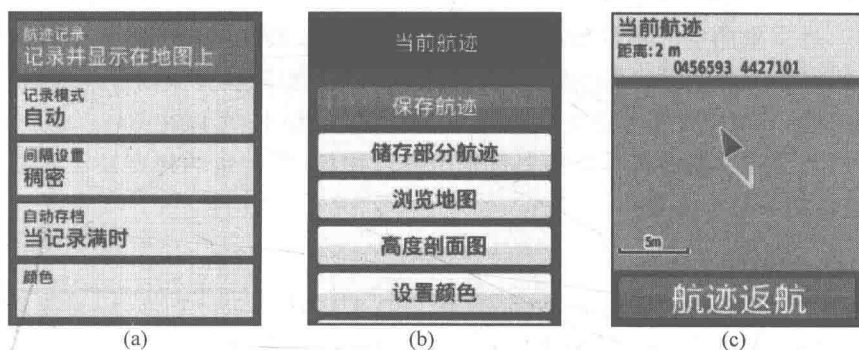
3) 航迹记录

在主菜单“设置”选项的“航迹”中进行航迹参数设置。可以选择是否开启航迹记录功能,默认情况下是开启,因此当 eTrex20 完成搜星定位之后,就会自动开始记录航迹,如果用户希望开机后自定义航迹记录起始点,可以利用“当前航迹”——“储存部分航迹”功能挑选当前航迹的起始航点,或者在开始测量前点选“当前航迹”——“清除当前航迹”,将准备阶段记录的航迹清除掉。记录过程中可以打开“当前航迹”——“地图浏览”功能,查看航迹的动态变化过程。航迹记录完毕后点选“当前航迹”——“保存航迹”将航迹保存下来。

航迹记录有三种模式:距离间隔、时间间隔及自动间隔,使用者可以自行设定每隔多少距离或时间记录一笔航迹资料。选择“距离”时单位为公里,选择“时间”时单位为秒,而选择“自动”模式则分为最密、稠密、正常、稀疏、最疏五个等级。相关界面如图 1-11 所示。

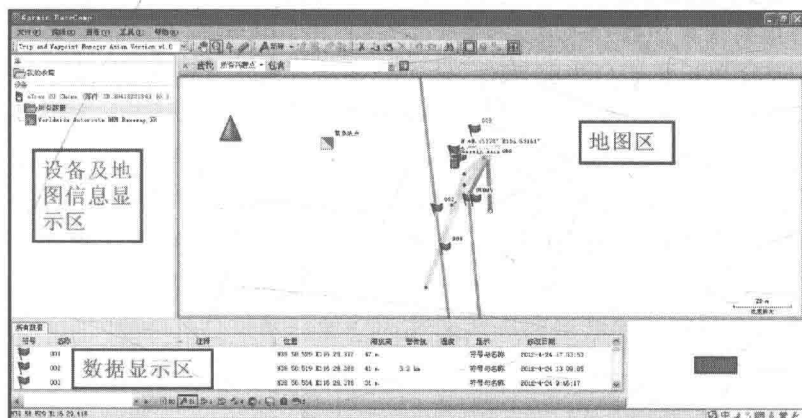
本实验提示 9: 在记录航迹过程中,如遇到卫星信号中断的情况,使得航迹记录产生分段现象,机器会记录下每段的起始时间,提供使用者在完成一个行程后,自行选择要保存的航迹段。如遇到这种情况,需补测或者重测。

本实验提示 10: eTrex20 可以存储 200 条航迹,包含 10000 个航点。

图 1-11 (a) 航迹参数设置; (b) 当前航迹操作; (c) 地图浏览^[6]

4) 数据导出

Garmin 公司提供了一个免费的软件 BaseCamp[®], 用于将 eTrex20 保存的数据导出到计算机上进行管理。其界面如图 1-12 所示。

图 1-12 BaseCamp[®] 标准界面^[8]

通过数据线连接 eTrex20 和计算机, 打开 BaseCamp[®] 软件, 则 eTrex20 上保存的信息会自动显示在软件下方的数据显示区内, 选择某一数据后, 会在地图区显示该数据, 双击某一数据可进行编辑。选择菜单“文件|导出”, 可以将选定的数据或者全部数据导出。导出格式有两种: gdb 格式和 gpx 格式, 其中 gpx 格式为通用的数据交换格式, 可以在 ArcGIS 中直接导入, 因此建议导出为 gpx 格式。

本实验提示 11: 可以在如下网址下载 BaseCamp[®] 软件。

<http://www.garmin.com.cn/products/application/basecamp/>

4. 户外实地开展要素非空间属性采集

采集 GPS 数据的同时, 根据应急空间数据库的信息表, 采集非空间属性数据。以实验步骤 1 中制定的兴趣点信息表为例, 每个兴趣点都有相应的负责人及负责人办公电话等非空间属性, 比如清华园区内的兴趣点对应的负责人为清华院办和大学城保卫科, 当某个兴趣点出现异常情况(比如消火栓损坏)时, 根据该信息表能够直接获得清华院办与大学城保卫科的联系方式, 及时上报和处理异常情况。