


普通高中课程标准实验教科书

地理

选修7

地理信息技术应用

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
地理课程教材研究开发中心



人民教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

地 理

选修7

地理信息技术应用

人民教育出版社 课程教材研究所
地理课程教材研究开发中心 编著

*

人民教育出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)

网址：<http://www.pep.com.cn>

××××印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本：890毫米×1240毫米 1/16 印张：6.25 字数：110 000

2007年3月第2版 年 月第 次印刷

印数：00 001~000 000册

ISBN 978-7-107-18666-0

G·11756 (课)

定价： 元

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系调换。

总 主 编：樊 杰、韦志榕

本册编制人员

主 编 黄杏元

副 主 编 马劲松

编写人员（按姓氏笔画排序）：

马劲松、王慧麟、徐寿成、黄杏元、蒲英霞

地图编制：博 涛

绘 图：郑文娟

责任编辑：杨爱玲

美术编辑：李宏庆

版式设计：李宏庆、张万红

排 版：张万红

封面设计：李宏庆

审 定：吴履平

学术咨询单位：中国地理学会

目 录

第一章 数字时代与地理信息技术	1
第一节 席卷全球的数字化浪潮	2
第二节 地理信息技术的发展与应用	5
第二章 记录和传递地理信息的工具——地图	9
第一节 地图和地图投影	10
第二节 不同地图的特点和用途	17
第三章 人眼的延伸——遥感 (RS)	23
第一节 什么是遥感	24
第二节 遥感信息的获取和处理	30
第三节 遥感图像的目视判读及其在地图编制中的应用	37
第四章 精确定位的现代工具——全球定位系统 (GPS)	43
第一节 什么是GPS	44
第二节 GPS的应用与发展	50
第五章 数字时代的产物——地理信息系统 (GIS)	55
第一节 什么是GIS	56
第二节 GIS的基本功能	62
第三节 GIS的数据库及其应用	73
第四节 GIS的发展	80
第六章 地理信息技术的集成应用与中国数字地球建设	83
第一节 3S技术的集成及其应用	84
第二节 中国数字地球的建设	89
本书相关网站	93



第一章

数字时代与地理信息技术

随着数字化浪潮席卷全球，数字技术正在渗入到社会各领域，从人类生存方式的变化到地理信息技术的兴起，这标志着数字时代带来了巨大变化。

我们在关注地理信息技术发展的同时，更应注重它在社会中的实践和应用。

【本章学习目标】

- 了解地理信息技术的发展。
- 了解地理信息技术的基本内容。
- 认识地理信息技术在现代生产、生活中的意义。

【关键词点击】

数字技术 数字时代 地理信息技术 遥感 全球定位系统 地理信息系统 发展历程 应用价值

第一节 席卷全球的数字化浪潮

数字时代具有非物质性、超时空性和共享性。这些特征对地理科学提出了挑战。地理信息技术应运而生。它为解决与地理分布有关的问题，提供了崭新的技术方法。

数字化浪潮

当今社会人们正经历着这样的变化：传统的光学照相机正逐步被数码相机取代；普通的模拟电视逐步让位于数字电视；常规的纸质信函、电报渐渐被电子邮件和手机短信代替；等等。这一切变化虽然发生时间不长，但是速度很快，极大地改变着人类的生存方式。现在，网上数字图书馆、视频会议、电子商务、电子政务、电子教育、网上电子银行等，又正在向我们走来。

那么，这一切新事物是如何发生的呢？一句话，源自数字技术的发展。数字技术是指以数字形式获取、表述、传递、存储、处理、控制、共享信息的技术体系。它包括计算机技术、现代通信技术、网络技术等。



图 1.1 人类的数字化生存方式



思考

试举例说明，在你的日常生活和学习中，感受到哪些数字化的改变？

数字技术造就数字时代，我们正在向数字时代迈进。在数字时代，由于数字化空间中最基本的元素并不是传统的物理空间的原子，而是比特^①，这就决定了数字时代的第一个特征——非物质性。同时，由于互联网的开发与应用，使得时间和空间的距离几乎为零，数字时代又表现出超时空性的特征。数字时代的第三个重要特征是：一个人使用信息资源时，不排斥他人同时使用，这是由数据可以共享的技术特征决定的。例如，你从图书馆借了一本书，别人在你没有归还之前，就没有办法阅读它。但是，如果你是从网络上借阅这本书，你可以阅读它、下载它，而且不妨碍他人做同样的操作，这就是共享性。

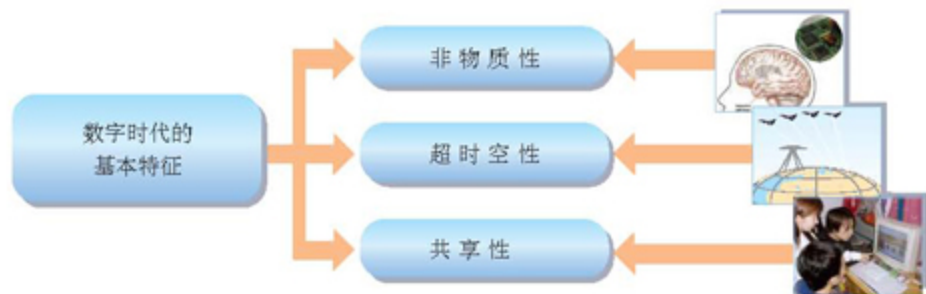


图 1.2 数字时代的基本特征

数字时代的这些基本特征，必然对地理科学提出新的、更高的要求，即要弱化或消除地理学研究受时间和地域的限制。因此，地理学研究需要应用数字技术来获取、存储、传输和处理地理数据。

数字时代的地理信息技术

面对数字时代的挑战，许多国家发展和应用以遥感(Remote Sensing,RS)、全球定位系统(Global Positioning System,GPS)和地理信息系统(Geographic Information System,GIS)为代表的地理信息技术，以数字形式获取、处理和应用地理数据，监测环境变化，增强对重大自然灾害的快速反应能力，为区域可持续发展服务。

在地理信息技术中，遥感用于实时地获取地理目标的信息，发现地球表面上的各种变化；全球定位系统用于提供目标高精度的定位和导航信息；地理信息系统对多种来源的时空信息进行综合处理、管理和分析。因此，地理信息技术为人类解决与地理分布有关的问题，提供了崭新的技术方法。

^①英文 bit 的音译。信息单元的计量单位。

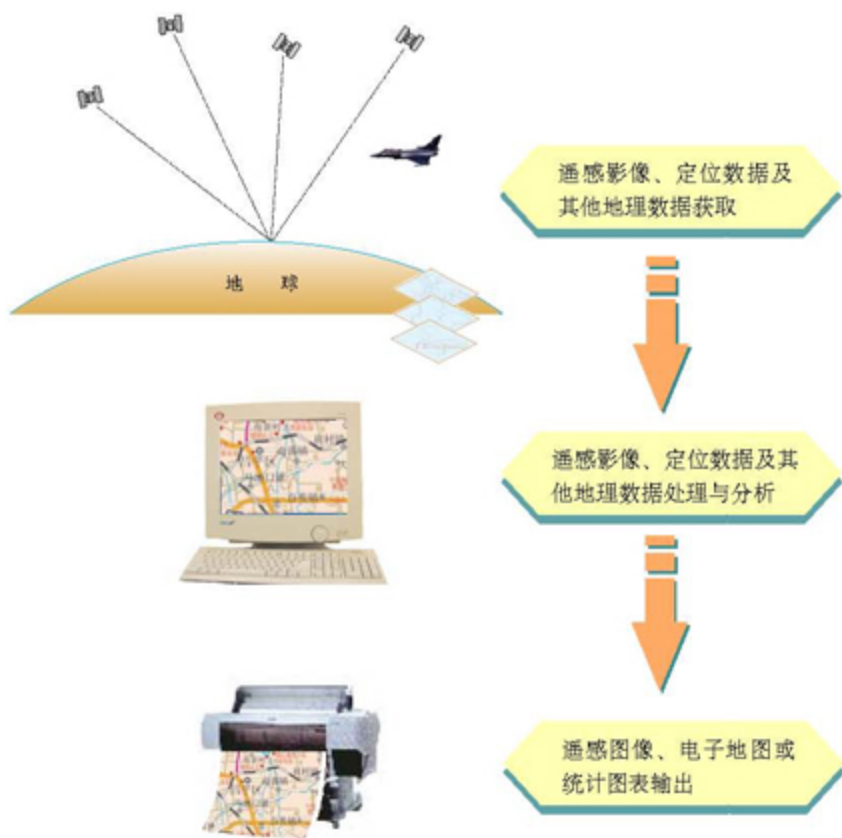


图 1.3 地理信息技术体系



思考

试根据图 1.3，说出地理信息技术的基本内容。



第二节 地理信息技术的发展与应用

地理信息技术的发展起始于20世纪初，先后经历了航空摄影、航天遥感与地理信息系统、卫星定位与导航和数字地球几个阶段。目前，它在生产和生活中发挥着重要作用。

地理信息技术的发展历程

人类从古代的描述性记载和手绘地图，发展到20世纪的航空航天和信息技术，直到正在发展的数字地球和信息化战略，经历了漫长的发展历程(图1.4)。地理信息技术的发展，主要从20世纪开始。

20世纪初兴起的航空摄影方法，使人类开始脱离地面，利用高空平台测绘地图。它根本改变了传统的地图测绘生产过程。

60年代初人造地球卫星，拍摄并向地球发回了地球卫星影像。这标志着航天遥感时代的开始，人类可以从外层空间观测地球，实现了整体认识地球的梦想。也就是在这一时期，加拿大地理信息系统问世，称为CGIS。它实现了利用计算机存储、处理和分析多种与地理分布有关的信息。GIS成为科学预测、动态模拟和辅助决策的有力工具。

70年代美国政府组织研制了精密卫星定位与导航系统——全球定位系统(GPS)。它从根本上解决了人类在地球及其周围空间的定位和导航问题，为海、陆、空全方位实时三维定位与导航提供了崭新的技术方法。

90年代以来，特别是数字地球的提出，加深了人们对地理信息技术的认识和理解。地理信息技术是基于计算机及其网络系统、遥感、全球定位系统、地理信息系统、虚拟现实、海量数据存储等支撑技术的总称，是实现地理数据从采集到应用的现代科学技术。

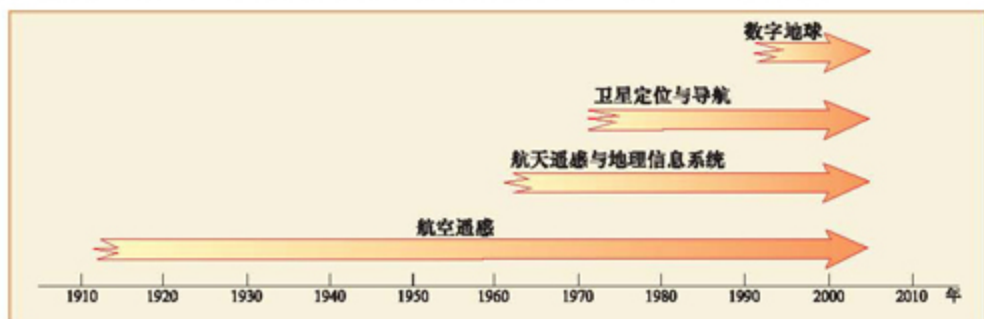


图1.4 现代地理信息技术的发展

我国地理信息技术的发展起始于20世纪50年代。60年代我国利用航空摄影开展地形测量工作。70年代我国发射了人造地球卫星，开始了航天遥感的实验研究。90年代我国研制出了GIS基础软件，提出了“中国数字地球”。跨入21世纪，我国不仅成功发射了“神舟”五号载人飞船，而且还建设了具有自主知识产权的区域性卫星定位与导航系统——“北斗导航系统”，成为世界上继美国、俄罗斯之后，第三个拥有卫星定位与导航系统的国家。

地理信息技术的应用价值

由于地理信息技术具有地理信息获取、分析、模拟、图形表达等功能，在现代生活和生产中具有广泛的应用价值。

随着经济的发展和人们生活水平的提高，人们更加关注生活质量，渴望更加高效、顺畅、安全地工作和生活，地理信息技术为实现这些愿望提供了技术支持。

案 1 例

利用 GPS 巧妙安排家务与孩子看护

孩子放学外出玩耍容易遇到各种各样的危险，而多数父母由于家务忙，无法陪伴在孩子左右。GPS 的出现，解决了他们无法同时兼顾家务与孩子看护的难题（图 1.5）。

不论孩子身处何地，只要随身携带轻便的 GPS 信息发送接收仪，他便可以将自己的位置信息实时发送给父母。父母在家只需要打开实时跟踪屏，便可以一边干家务，一边根据 GPS 实时跟踪屏接受到的信息了解孩子身处何处，有什么危险，及时指导孩子采取妥善措施保护自己。



图 1.5 利用 GPS 巧妙安排家务与孩子看护

随着现代生产影响因素的多样化，处理与传递信息速度的加快，处理信息的方法更为复杂。传统的手工方法已不能满足现代生产的需要，地理信息技术成为指导生产的重要手段。

案 2 例

江苏省溧阳市应用GIS对玉米的可能种植区域进行适宜性评价

玉米性喜高温、需水量大、要求土壤肥沃和土层疏松，需要种植在适宜的土地上，才能获得丰收。为了因地制宜地种植玉米，江苏省溧阳市应用GIS技术在计算机中将玉米的可能种植区域（农田、荒山荒坡）提取出来，根据玉米作物的生活习性，选择主导生态条件，例如气温、降水量、土壤质地、土层厚度、坡度等，采用基于GIS的土地质量评价法，对玉米的可能种植区域进行适宜性评价。这些区域被划分为最适宜区、中等适宜区、临界适宜区和不适宜区（图1.6），用以指导玉米作物的种植布局。

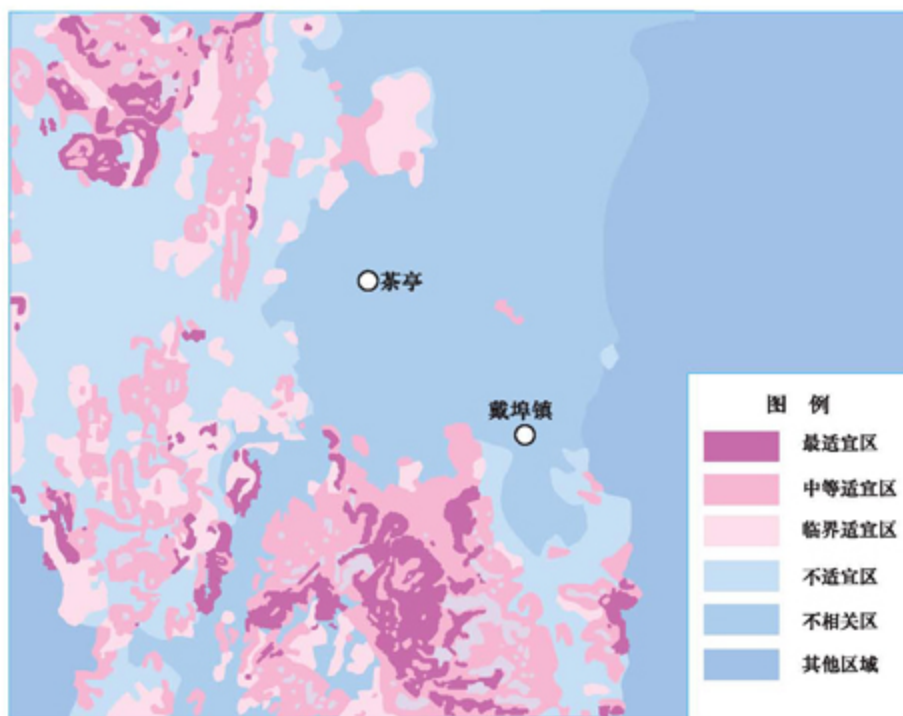


图 1.6 溧阳市玉米种植用地适宜性分级

? 思考

1. 你认为生活中的哪些方面还可以应用地理信息技术？
2. 除了上述生产中的应用外，你还能举出其他生产中应用地理信息技术的实例吗？



地理信息技术的广泛应用

地理信息技术在现代生产中具有广泛的应用。

资源开发与管理部门可以利用地理信息技术建立和实时更新资源数据库，为资源的可持续开发、合理调配与有效利用提供科学依据，实现资源的现代化、科学化管理。

农业生产部门利用地理信息技术获取多种农业数据，建立农业信息系统，实现农业信息的现代化管理，为各级政府制定农业生产规划、服务计划提供科学依据。

城市管理与规划部门利用地理信息技术建立城市规划管理自动化地理信息系统，对人口、交通、市政设施、环境等多种数据进行有效的管理和维护，为科学地进行城市规划、建设和管理提供依据。

环境监测与保护部门利用地理信息技术快速获得和更新环境与生态信息数据库，为环境保护和生态建设及时制定或调整规划提供参考。

防灾和减灾部门利用地理信息技术及时获得气象、地质和环境监测数据，根据这些数据及时预报灾害的发生和评估灾害损失。

发展规划部门综合地理信息技术提供的人口、资源、环境和经济数据，编制可持续发展规划，为协调地区乃至全国的人口、资源、环境和经济发展关系提供参考。

科学研究部门利用地理信息技术获取气象、环境等多种地理数据，建立环境演变的时空模型，研究气候与地表覆被变化、海平面与海岸线变迁。



第二章

记录和传递地理信息的工具——地图

地图是记录和传递地理信息的工具，它已经存在几千年了。随着现代科学技术的发展，地图不但没有消失，而是越来越“随处可见”。地图不仅种类繁多，而且形式多样。它清晰、直观地表达地球表面地理事物和现象的空间分布、联系、变化和发展。

【本章学习目标】

- 了解地图的定义和组成要素。
- 掌握几种常见的地图投影。
- 认识不同地图的特点和用途。

【关键词点击】

地图 地图投影 方位投影 圆锥投影 圆柱投影 普通地图 专题地图

第一节 地图和地图投影

地图是记录和传递地理信息的工具，是地理学的“第二语言”。要将地球表面的地理事物或现象以平面地图的形式表现出来，必须运用地图投影。

地图

地图是按照一定的数学法则，将地球表面上的地理事物或现象，经概括和综合，用特定的符号，缩小表达在平面上的图形。

（一）地图的基本特征

与素描图、写景图、风景照片、航空像片和卫星影像等其他图像相比，地图具有三个基本特征：特殊的数学法则、科学的地图概括和特定的符号系统。

首先，地图是客观世界的缩小。地图比例尺规定了地球缩小的程度；地图投影是将曲面地球转换为平面地图的数学方法。比例尺、地图投影等特殊数学法则使地图具有足够的数学精度，具有可量测性和可比性。其次，地图是客观世界的抽象。缩小了的地图不可能容纳地表所有事物和现象，需要经过科学的取舍和概括，反映地表重要的、基本的特征。最后，地图通过特定的符号系统表达客观世界。地图符号是人们对客观事物的抽象，不仅包括图形，还包括颜色和文字注记等。地球表面的地理事物和现象都可以通过符号系统表达出来。

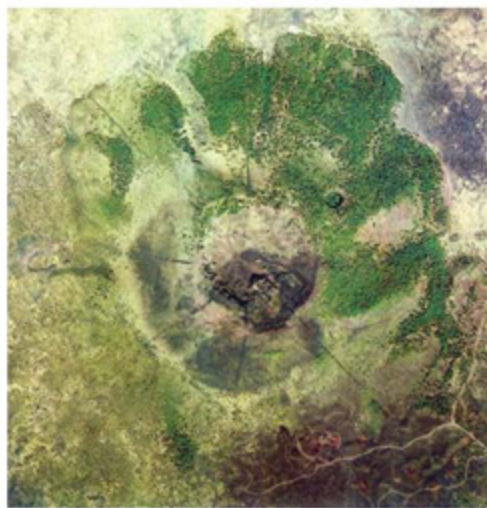


图 2.1 某火山航空像片

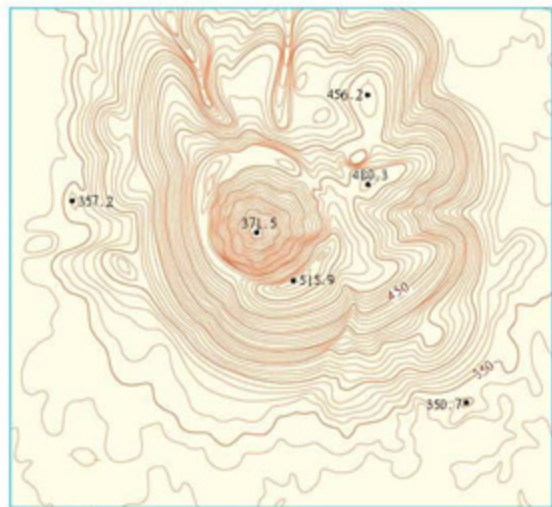


图 2.2 某火山地形图

**思考**

对比图 2.1 和图 2.2，谈谈两者有哪些不同之处？

**阅 读****地图具有强大的功能**

从 5300 年前绘制在陶片上的地图到现在计算机制图和遥感制图，地图经历了几千年的发展。为什么地图能经历千年发展而长盛不衰，这与地图所具有的强大功能是分不开的。

首先，地图具有认识功能。地球表面的地理事物和现象都非常宏观，大多数情况下，人类不能直接进行观察和研究。如果将其经过简化和概括，以特殊符号缩小表达在平面上，则人类不仅可以认识地理事物和现象的空间位置、空间关系，而且还可以了解地理事物和现象的定性和定量特征，如海拔高度、坡度和空间范围等。

其次，地图具有模拟功能。地图可以将地理事物和现象内在的、本质的特征和联系经过科学的抽象和概括缩小表达在平面上，模拟它们的分布规律、时空差异和变化特征。与语言和文字描述相比，它模拟得直观、形象，具有无法比拟的优势，可以广泛应用于科学预测中。

再次，地图还具有信息载负和传递功能。地图是空间信息的理想载体，它容纳和贮存的信息量十分巨大，既有道路、河流、居民点等直接信息，又有经过分析才能获得的间接信息，如长度、范围等。地图将这些丰富的地理信息传递给人类，使人类可以从中获得知识、创造财富。

(二) 地图的组成要素

凡具有空间分布特征的地理事物或现象都可以用地图表示。从形式上看，地图由各种符号、注记和颜色组成。从内容上看，地图由数学要素、地理要素和辅助要素组成。

数学要素保证了地图的数学精确性，它包括比例尺、地图投影等。地理要素是地图的内容，可分为自然地理要素和社会经济要素两大类。自然地理要素包括水系、地形、土壤和植被等；社会经济要素指居民地、交通线、境界线和人口等。辅助要素指图边要素，包括图名、图号、图例和图廓等。

**思考**

图 2.3 中有哪些数学要素、地理要素和辅助要素？

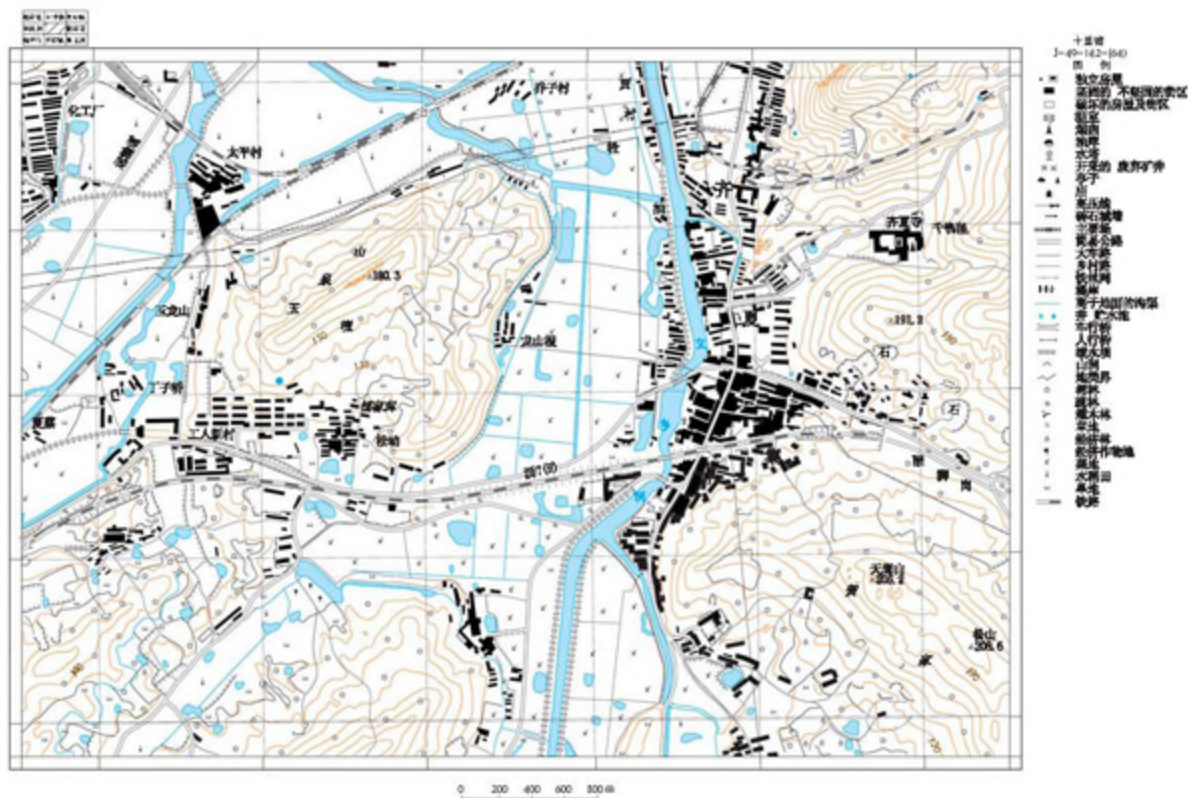


图 2.3 地形图实例

(三) 地图的分类

按照不同的标准可将地图分为不同的类型。

- 按照内容可将地图分为普通地图和专题地图。普通地图表示自然和社会经济要素的一般特征；专题地图主要表示一种或几种专题要素。

- 按照比例尺可将地图分为大比例尺地图、中比例尺地图和小比例尺地图。大比例尺地图的比例尺大于或等于 1:10 万；中比例尺地图的比例尺大于 1:100 万而小于 1:10 万；小比例尺地图的比例尺小于或等于 1:100 万。

- 按照制图区域的大小，可将地图分为全球图、半球图、大洲图、大洋图、国家图、地区图、省（自治区、直辖市）图、县（市）图、乡（镇）图等。

- 按照维数可将地图分为二维地图和三维地图（如图 2.5）。二维地图即平面地图，是常见的地图类型。三维地图一般用各种材料或计算机三维动画影像技术制作而成，具有立体效果，也称立体地图。

此外，还可以将地图分为单张图、系列图和地图集。数字地图、多媒体地图、盲文地图和丝绸地图等属于特殊地图。



图 2.4 中国交通图

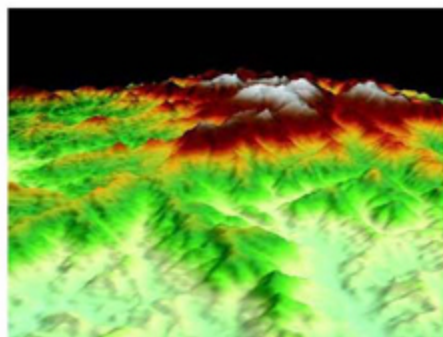


图 2.5 某地三维地图



思考

在日常学习和生活中，你接触过哪些类型地图？

地图投影

我们常有这样的经历：当完整地剥开一个橘子的时候，无论如何也不可能把橘子皮平整地铺在桌面上。类似地，将地球的球面转换成平面地图时，也会遇到同样的问题，因此需要采用地图投影方法。

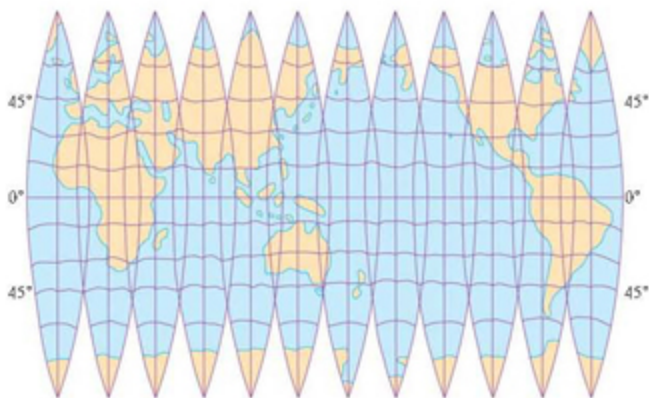


图 2.6 将地球仪表面展开为平面

用地球仪代表缩小了的地球，当沿着经线切开再把它展开铺平时，原来完整的球面，现在有些地方重叠了，有些地方产生了裂缝。

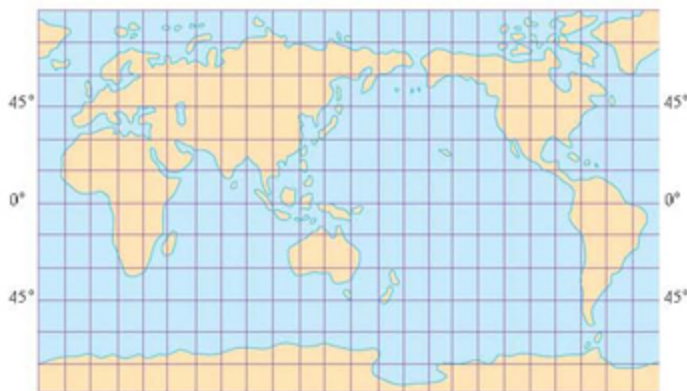


图 2.7 经伸展和压缩后得到的地图

要得到一张完整的平面地图，就需要在重叠的地方予以压缩，在有裂缝的地方予以伸展。

（一）什么是地图投影

地图投影是按照一定的数学法则，将地球表面的经纬网转换到平面上，以建立球面点位和平面点位之间对应关系的方法。

（二）几种常见的地图投影

将地球表面上的经纬网投影到平面上，或是可以展开成为平面的圆锥面或圆柱面上，可以得到我们常见的几种地图投影。

● 方位投影

将平面作为投影面，使地球表面与平面相切，然后将地球表面上的经纬网投影到平面上，得到方位投影（图 2.8）。方位投影主要用于绘制极地地区的地图。

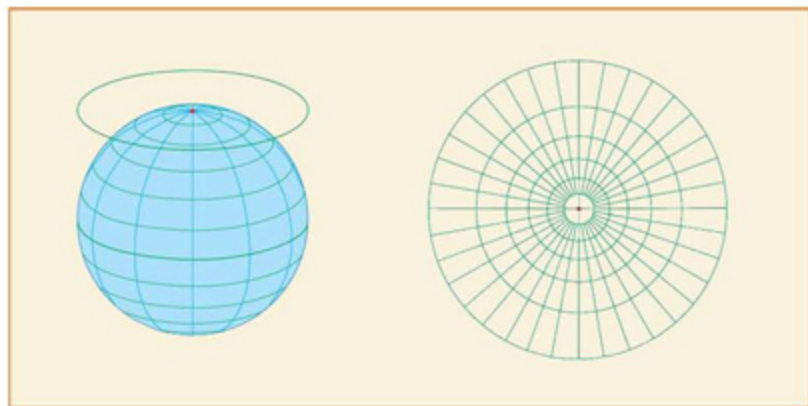


图 2.8 方位投影（切于北极点）

● 圆锥投影

将圆锥面作为投影面，使地球表面与圆锥面相切，将地球表面上的经纬网投影到圆锥

面上,然后再沿着投影后的经线(如 180° 经线)将圆锥面展开成为平面,得到圆锥投影(图2.9)。圆锥投影主要用于绘制中纬度较大范围地区的地图。

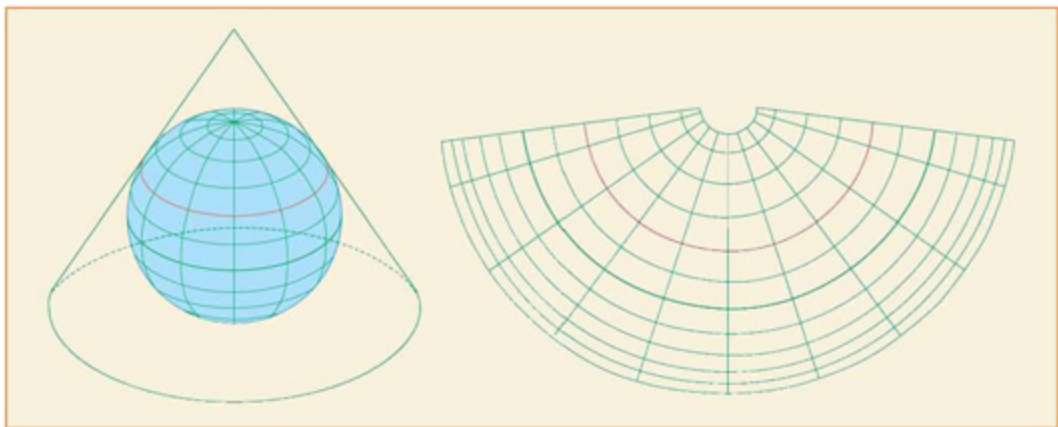


图 2.9 圆锥投影

● 圆柱投影

将圆柱面作为投影面,使地球表面与圆柱面相切,将地球表面上的经纬网投影到圆柱面上,然后再沿着投影后的经线(如 180° 经线)将圆柱面展开成为平面,则得到圆柱投影(图2.10)。圆柱投影主要用于绘制低纬度地区的地图及航海图。

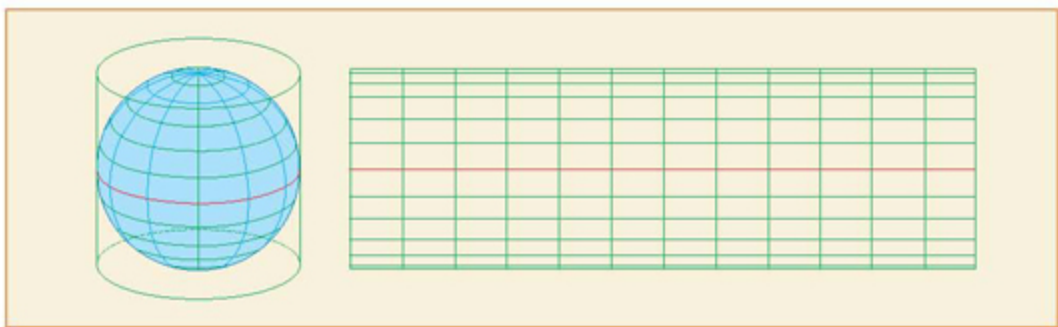


图 2.10 圆柱投影



思考

对比图2.8、图2.9、图2.10左右两图,看看经过投影后,经线和纬线的交角是否还是直角?经线是否还交于极点?纬线是否还相互平行?



地图投影变形与投影选择

经过投影后，经纬网会发生变形，叫地图投影变形。地图投影变形表现在长度、面积和角度三方面。例如，在地球仪上，在同一条纬线上，经差相同的纬线弧长相等；在同一纬度带内，经差相同的球面梯形面积相等；经线、纬线相交处处为直角。可是，在投影形成的图2.11上，在同一条纬线上，经差相同的纬线弧长不再相等；在同一纬度带内，经差相同的球面梯形面积不再相等；经线、纬线相交不再处处为直角。

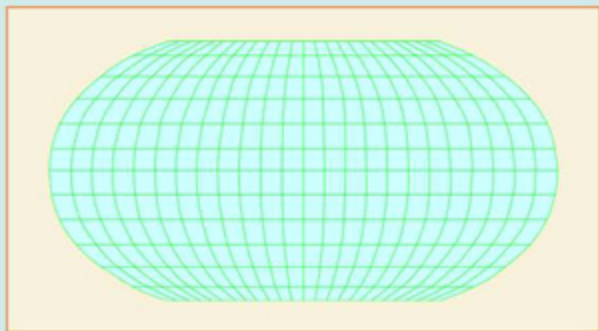


图 2.11 某地图上的经纬网形状

地图投影变形是无法消除的。在具体应用中，需要根据实际要求，选择合适的地图投影类型。例如，要在地图上测量方向，必须选用角度没有变形的投影；要在地图上进行面积对比和量算，常选用面积没有变形的投影；如果对投影要求适中而制图区域较大，就需要选用长度、角度和面积变形均存在但都不大的投影。

第二节 不同地图的特点和用途

普通地图和专题地图是两种基本的地图类型，它们各有特点。普通地图具有完备性、均衡性、可量测性、概括性和应用领域广等特点。专题地图内容广泛，具备地理底图，表示方法多种多样。普通地图和专题地图广泛应用于国家经济建设、国防建设和科学研究中。

普通地图

普通地图是最常见的一类地图。按照比例尺和内容详细程度不同，可将普通地图分为地形图和地理图两类。

（一）普通地图的特点

普通地图具有以下特点。

● 完备性与均衡性

普通地图不着重突出或详细表达地表某单一要素，而是较为完备和均衡地表示制图区域的自然和社会经济情况。

● 可量测性与概括性

在普通地图中，地形图几何精度高，可量测性好，可以在其上提取比较详细的地形信息、量测面积和距离；地理图概括程度高，可以反映要素基本分布规律。地形图的可量测性和地理图的概括性随比例尺的变化而变化。比例尺越大，地形图的可量测性越好，地理图的概括性越低；比例尺越小，地形图的可量测性越差，地理图的概括性越高。

● 应用广泛性

普通地图，特别是地形图，一般由专门测绘机构统一测绘，内容丰富，精度较高，能够适应多方面的用图要求。

（二）普通地图的用途

普通地图是国家经济建设、国防建设和科学研究中不可缺少的工具，也是编制各种专题地图和地图集的基础资料。从普通地图上可以提取水系、地貌、土壤、植被、居民点、交通线、境界线等要素，包括它们的位置、名称、类型、级别等信息。普通地图的应用范围和应用功能，随地图比例尺的不同而变化（表2.1）。

表 2.1 不同比例尺普通地图的用途

普通地图	比例尺	用途举例
地形图	1:5千 1:1万 1:2.5万	工程建设、勘察设计、城市规划、农林生产、战斗战术设计、侦察作战等。
	1:5万 1:10万	规划设计、勘察选线、野外考察、地形研究、资源调查、战术演练、指挥作战等。
	1:25万 1:50万	区域规划、总体设计、道路选线、资源普查、战役战术指挥、多兵种协同作战等。
	1:100万	国家、省(自治区、直辖市)总体规划、产业布局、资源开发、战略拟定、统率指挥等。
地理图	小于 1:100万	一般参考、文化教育、战略方针确定、中远程导弹发射等。



活动

在班级中开展一次定向运动，练习如何使用定向地图。

背景资料：定向运动 1918 年起源于瑞典，由一种叫做“寻宝游戏”的活动发展而来。定向运动实质上是定向地图与体育竞赛相结合的一项活动。参加者需要借助定向地图与罗盘，按规定的方向，自行选择行进路线，依次寻找并通过图上标注的各检查点，以最短时间到达目的地。



图 2.12 定向地图 (局部)

专题地图

专题地图也是较常见的一类地图。按照内容，可以将专题地图分为自然地图、社会经济地图和其他专题地图。

（一）专题地图的特点

专题地图具有以下特点。

● 内容广泛

与普通地图相比较，专题地图的内容更为广泛与丰富。它们既能表示自然地理现象，又能表示社会经济现象；既能表示各种具体、有形的现象，又能表示抽象、无形的现象。

● 具备地理底图

专题地图由专题内容与地理底图两部分组成。专题内容以各种符号组成第一层面，颜色较深；地理底图根据普通地图编制而成，包括经纬网、水系、交通线、境界线等，反映专题内容的地理基础，以较浅淡的色彩形成第二层面。例如，图 2.13 是我国行政区划专题地图，它是在图 2.14 所示的地理底图的基础上绘制的。

● 表示方法多种多样

普通地图，特别是地形图，往往都有规范的图式符号系统。专题地图由于内容丰富，门类众多，表示方法多种多样，地图符号可根据实际需要自行设计。



图 2.13 中华人民共和国行政区划



图 2.14 图 2.13 的地理底图

案 1 例

野生动物通道规划分布图的 专题要素表示方法

图 2.15 是一幅青藏铁路沿线野生动物通道规划分布图。该图生动、形象地表示了铁路沿线规划的野生动物通道的位置、附近自然保护区以及珍稀野生动物区的分布状况。从图中可以看出，专题要素的表示方法多种多样：点状的野生动物通道位置，用红色短线表示；面状的自然保护区，用连续成片的颜色表示；珍稀野生动物的活动范围，用散列的动物图案大致表示；动物的迁徙方向，则用箭头表示。



图 2.15 青藏铁路沿线野生动物通道规划分布图(部分)

(二) 专题地图的用途

专题地图由于内容广泛,应用领域也十分广泛。不同类型专题地图的用途可以用表2.2表示。

表 2.2 不同类型专题地图的用途

类型	图种	主要内容	用途举例
自然地图	气象气候图	表示气象、气候要素及特征,包括气温、气压、降水等。	天气的预测预报等。
	植被图	显示地表植被的类型及其分布。	植被调查与保护规划等。
	动物地理图	显示各种动物的分布。	动物调查与保护规划等。
	环境图	显示环境要素的空间分布,质量、数量特征和动态变化。	环境综合评价、区划与规划等。
社会经济地图	行政区划图	表示世界各国间的政治关系或一个国家的行政区划及其行政中心等。	国际交往、行政办公、教育等。
	人口图	表示人口的数量、分布、迁移及其组成。	人口地理调查与研究等。
	交通图	表示交通分布、结构、类型和运载能力等。	交通运输等。
	城市图	反映城市结构、职能、土地利用等。	城市规划、建设与开发等。
其他专题地图	旅游图	表示旅游区旅游景点和配套设施的分布。	导游、宣传介绍等。
	航海图	表示沿海港口、海上航线,航行障碍物和各种助航设备等。	海洋资源调查、海上导航等。
	教学图	根据课程标准等的要求,表示不同专题的地理要素。	辅助教学等。

案 2 例

根据人口分布图研究我国人口分布格局

1935年,我国人口地理学家胡焕庸根据当时编制的1933年中国人口分布图,研究了我国人口分布格局。他认为黑龙江黑河—云南腾冲是我国的人口地理分界线,我国人口东南部多西北部少。黑龙江黑河—云南腾冲一线以东,国土面积约占全国国土总面积的36%,人口却占全国总人口的96%;而这条分界线以西,面积约占全国国土总面积的64%,人口却只占全国总人口的4%。

根据1990年全国第四次人口普查数据，我国人口分布的基本格局还是东南部多西北部少。黑河—腾冲一线以东居住着全国94.2%的人口，此线以西居住的人口仅占全国总人口的5.8%。该人口分布比例与1933年相比，仅差1.8个百分点。历经半个多世纪，胡焕庸早年根据中国人口分布图提出的人口地理分界线，总结出的我国人口分布基本格局仍然具有现实意义。

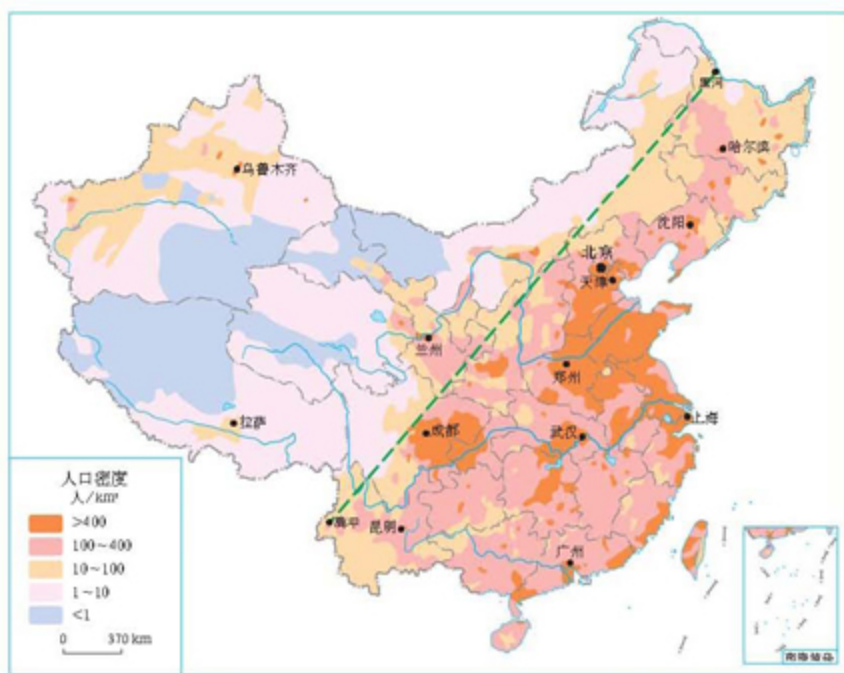


图 2.16 1990 年中国人口分布

思考

读图 2.16，思考并回答下列问题。

- (1) 我国人口密度最大的是哪些地区，原因是什么？
- (2) 我国人口密度最小的是哪些地区，原因又是什么？



第三章

人眼的延伸——遥感 (RS)

遥感是获得大范围、高分辨率地面信息的先进技术。它拓展了人类的视野，加快了人类获得信息的速度。遥感的应用已经渗透到经济建设、社会发展和科学研究中。认识遥感的原理，理解遥感的作用，有助于更好地为现代化建设服务。

【本章学习目标】

- 了解遥感的工作原理。
- 学会初步判读遥感图像。
- 认识遥感图像在地图编制中的作用。
- 体会遥感在经济建设和人们生活中的作用。

【关键词点击】

遥感 电磁波辐射 遥感平台 传感器 航空像片 卫星影像 目视判读 遥感制图

第一节 什么是遥感

遥感是现代高科技条件下人们观察、认识客观世界的重要手段。遥感在获取客观世界的信息方面具有特殊的优势。遥感的应用领域已经渗透到生活和生产的各个方面，在经济建设中发挥着重要的作用。

遥感的概念和基本工作原理

遥感对大家来说并不陌生，每天电视节目里天气预报中的卫星云图，就是运用遥感技术获得的（图3.1）。

在卫星云图上，经过判读，可以看出陆地和海洋以及台风形成的云系分布范围。

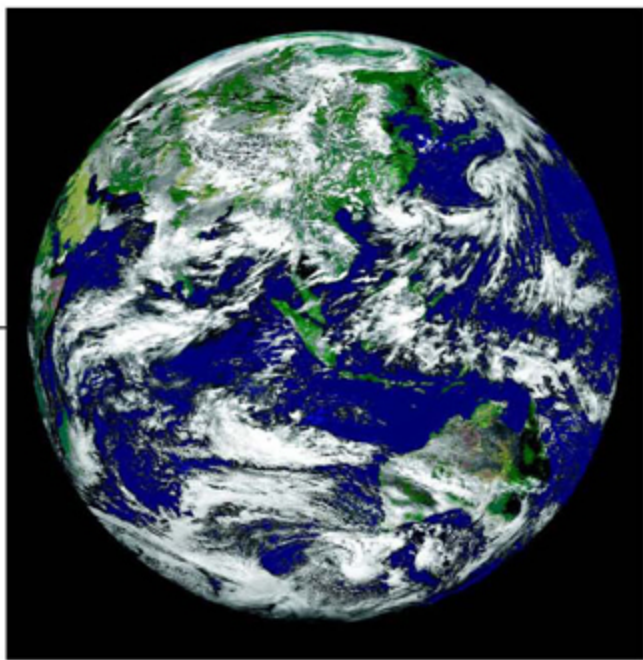


图 3.1 我国风云 2 号气象卫星获得的云图

遥感在广义上可以理解成不直接同观察对象接触而获得对象信息的方法。例如，同学们现在读这本教材的时候，就是在遥感。大家的眼睛不直接接触书本，而是接收纸张反射的光线，获得书本上文字所传递的信息。

遥感在狭义上可以理解为应用相关仪器，从远处获得观察对象信息的综合技术。它的基本工作原理是利用装在飞机或人造卫星等上面的光学和电子设备，接收地球上物体反射或辐射的电磁波，形成影像，再将影像传回地面接收站，使用处理和识别设备对影像进行处理和分析，获得地物的信息（图 3.2）。

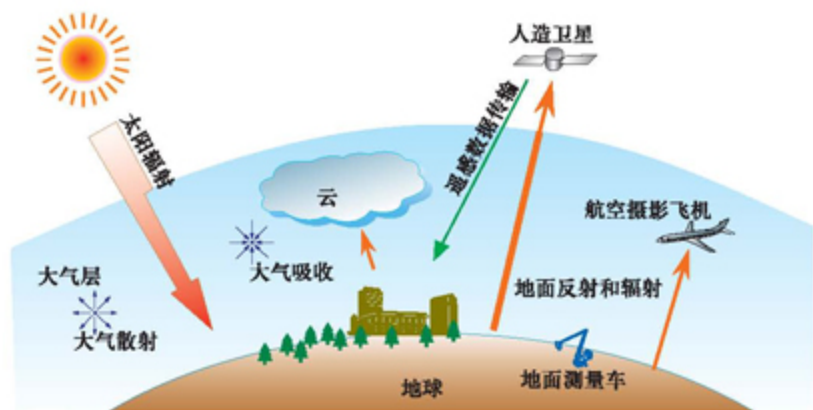


图 3.2 遥感的基本工作原理示意

遥感是人眼的延伸，它的功能主要表现在以下三方面。

- 遥感能够精确地观测到距离更遥远、范围更广阔的现象。例如，我国的气象卫星可以获得整个地球的影像；航测飞机可以拍摄黄土高原的影像（图 3.3）；资源卫星可以获得边远地区的资源信息；等等。
- 遥感能够更及时、更持久地监测事物的发展变化。例如，卫星可以对台风、沙尘暴的发生、发展和消亡进行动态监测等（图 3.4）。

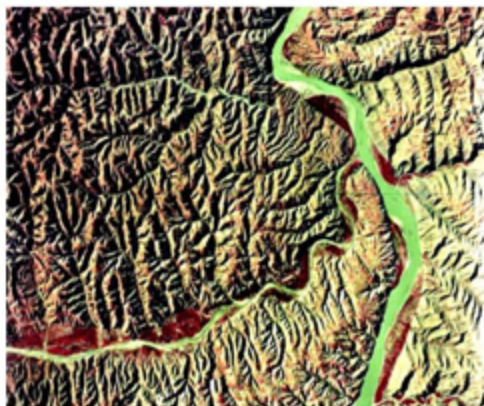


图 3.3 黄土高原的航空摄影图像

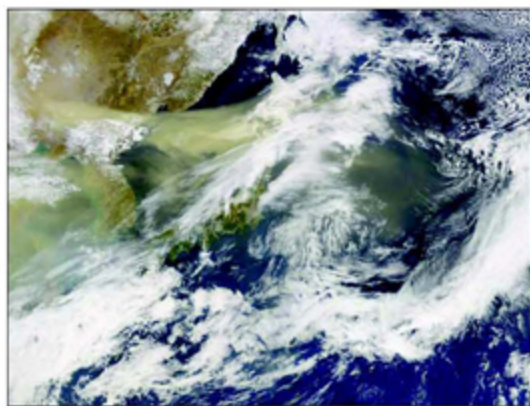


图 3.4 横扫到日本的沙尘暴卫星影像

- 遥感能够观察到可见光之外人眼看不见的光线。这些看不见的光线包括紫外线、红外线、微波等等。它们往往包含了物体重要的信息。例如，红外线常含有物体温度的信息。



阅 读

遥感的分类

1.按遥感传感器的位置，可以将遥感分为地面遥感、航空遥感和航天遥感。地面遥感指传感器放在测量车上；航空遥感指传感器装在飞机等航空器上；航天遥感指传感器搭载在人造卫星等航天器上。

2.按接收信息的种类区分，可以将遥感分为可见光遥感、红外遥感和微波遥感等，它们分别接收物体反射或辐射的可见光、红外线和微波。

3.按传感器获得信息的方式，可以将遥感分为主动式遥感和被动式遥感。被动地接收物体辐射的电磁波的遥感方式，叫做被动式遥感，例如航空照相机就是被动地接收可见光和红外线的。如果传感器自身发出微波或激光，通过接收物体反射的波确定物体的位置和性质，则叫做主动式遥感，例如雷达就是使用微波和激光的主动式遥感。



思考

简述照相机的工作原理，并想想它与遥感的工作原理有何异同？

遥感的应用

遥感主要应用于以下一些领域。

- 测绘制图。目前，大比例尺地图大多是利用航空摄影测量方法编制的，中小比例尺地图可用卫星遥感影像编制。
- 自然资源调查。遥感用于土地资源调查，土地利用调查，土壤干旱、盐化、沙化调查及监测，农作物长势监测与估产，森林、草场资源清查，水资源调查和地质矿产调查等。
- 环境与灾害监测评价。遥感可用于对大气污染、水污染、土地污染等进行监测，对旱情、洪水、滑坡、泥石流、地震、森林火灾与病虫害等进行监测和灾情评价。

案 1 例

遥感在长江洪涝灾害监测和评价中的应用

1999年7月初，长江中下游地区遭受洪涝灾害。中国科学院遥感应用研究所根据7月5日11时接收到的长江沿岸芜湖—南京段卫星雷达影像（图3.5，卫星每天两次对该地区的洪涝灾情进行监测），经处理分析，及时得到了该地区洪涝淹没区的分布情况，并发出了洪涝灾害遥感监测评价通报。安徽省洪涝淹没区共计352平方千米，主要分布在长江沿岸、南漪湖和石臼湖周边；江苏省洪涝淹没区共计100平方千米，主要分布在江浦县、石臼湖和固城湖周边。该评价通报为该地区的抗洪抢险工作提供了重要指导。

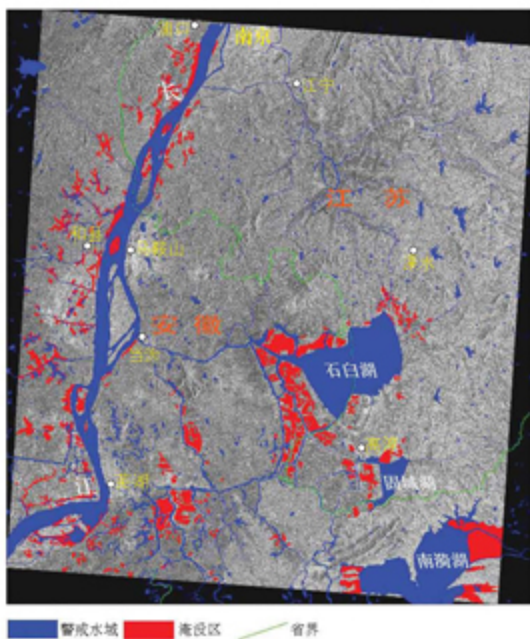


图3.5 长江芜湖—南京段沿岸洪涝淹没分布区（1999年7月5日11时）

图中蓝色警戒水域和红色的淹没区是分析遥感影像得到的洪涝范围。颜色和地名是在计算机中添加上去的，并不是雷达遥感影像自身所有的。

思考

图3.5是雷达遥感影像。比较图3.5与图3.1、图3.3和图3.4等可见光的遥感影像，你能发现雷达遥感影像与可见光遥感影像有什么不同之处？

● 区域分析规划。遥感可为城市土地利用现状、城市环境监测及评价、城镇布局结构分析、城市道路交通分析、城镇生态分析等城市发展提供基础信息，为城市建设规划及决策服务。

案 2 例

上海市航空遥感综合调查

上海市从1988年起每5年开展一次航空遥感综合调查。2000年完成的第三次航空遥感综合调查中，1:10 000比例尺航空摄影面积达到7 800平方千米，1:50 000比例尺航空摄影达到15 800平方千米，覆盖了上海市的陆域、水域及其相邻区域。它为上海进行城市建设现状、土地利用现状、城市环境、城市绿化、道路交通设施状况、旧城改造中的危简房源、废弃物堆场、城市灾害及城市综合特征等各项调查，创造了十分有利的条件。



图 3.6 上海浦东遥感影像用于城市土地利用调查



思考

从图 3.6 中，你能看出哪几种土地利用类型？例如，哪里是建筑用地，哪里是道路、绿地和河流等？

● 全球宏观研究。全球宏观研究旨在解决世界人口、资源和环境等全球性问题。遥感为全球宏观研究提供了信息和技术支持。例如，用气象卫星等提供的遥感信息进行全球性气象研究和灾情预报，监测地球表面冰川活动以及厄尔尼诺现象等。

其他应用，如无人侦察机、间谍卫星等军事应用。



思考

你能设想出遥感还可能有哪些应用吗？



阅读

遥感发展简史

“遥感”这一术语是在20世纪60年代得到科学技术界的普遍接受的，但遥感的渊源却可追溯到1858年法国人拍摄的人类第一张航空像片。第一次世界大战促使航空摄影测量得到迅速发展，第二次世界大战中，彩色红外摄影、雷达、多光谱扫描等传感技术相继得到应用。1957年，苏联发射了人类第一颗人造地球卫星，标志着遥感新时代的开始。其后的60年代初，人类获得了从宇宙空间拍摄的地球卫星影像。1972年，美国发射了用于探测地球资源和环境的“陆地卫星”，为航天遥感的广泛应用开创了新局面。我国极其重视遥感的研究和应用。20世纪60年代，我国通过航空摄影完成了全国大部分地区的地形摄影测量工作。1970年4月24日，我国成功地发射了第一颗人造地球卫星。1975年，又成功发射和回收了返回式卫星，获得了清晰的卫星遥感像片。

第二节 遥感信息的获取和处理

遥感信息的形成是由于物体能够反射或辐射不同能量和性质的电磁波。这些电磁波透过大气层被遥感平台上的传感器接收，形成遥感影像，并被传回地面的接收站，经过数据处理，就可以从中获得遥感信息。

遥感信息形成的原理

人能够看见物体是物体反射的太阳光线或自身发出的光线到达人眼睛的缘故。这些光线是电磁波辐射的一种形式。此外还有人眼看不见的电磁波，如微波、红外线、紫外线等。人们根据波长的不同来区分电磁波。人眼能看到的可见光波长大约在 $0.4\sim 0.7$ 微米之间，称为可见光波段。此外还有红外波段、紫外波段、微波波段等。不同波段的电磁波按波长顺序排列在一起，就形成了电磁波谱，也可称为光谱，如图3.7所示。

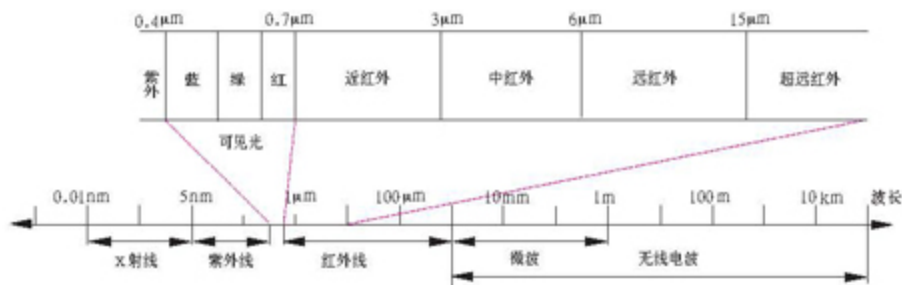


图 3.7 不同波长的电磁波谱示意



思考

在可见光波段，随着波长的不同，光线可以表现出不同的颜色。请比较蓝色、绿色和红色光线的波长有什么不同。

不同的物体由于物理性质不同，它们反射或辐射的电磁波总能量大小以及在不同波段的能量分布是不一样的。辐射能量往往和物体的温度有关，温度越高，物体辐射出的能量越大。辐

射能量的光谱分布也和温度有关，温度越高，能量峰值越偏向波长短的波段。根据物体反射或辐射的电磁波能量的差异，遥感可以分辨不同的物体，并获得物体自身的一些信息，如地理位置、颜色、温度等，这就是遥感信息形成的原理。

案 3 例

遥感区分针叶林和阔叶林

针叶林和阔叶林在可见光波段反射的电磁波能量相近(图3.8)，在遥感影像上都呈现出相似的绿色，选择可见光波段的遥感信息无法区分它们。可是，在近红外波段，阔叶林反射的电磁波能量大大高于针叶林，体现在影像上色调较浅。所以，林业部门常常选择近红外波段的遥感影像区分针叶林和阔叶林。

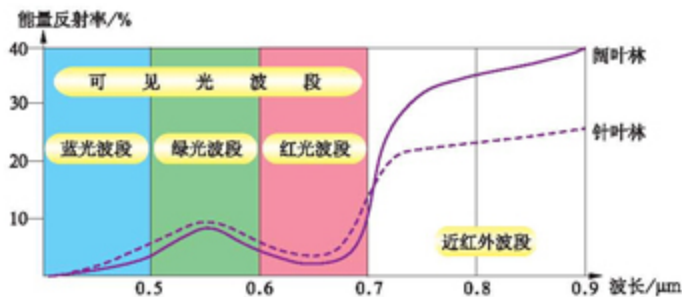


图 3.8 针叶林与阔叶林在不同波段上反射的电磁波能量差异



阅 读

大气作用对遥感信息形成的影响

实际上，由于大气的作用，遥感传感器探测到的物体反射和辐射的能量，并不等于物体自身实际反射或辐射的能量。大气作用主要表现在散射和吸收两方面。

大气的散射作用是指大气中的粒子引起辐射向各个方向漫射。电磁波的波长越短，散射作用越强。例如，蓝色光波长比较短，晴朗的天空因蓝色光散射作用较强而呈蓝色。

散射会造成遥感影像模糊，需要在传感器上安装特定的装置来消除散射的影响，提高图像清晰度。这一方法和在照相机镜头前加装滤色镜起同样的作用。

大气的吸收作用表现为水蒸汽、二氧化碳和臭氧等气体能够吸收掉某些波段的电磁波，造成这些波段上的遥感信息缺损。大气对可见光波段吸收很少，但在超远红外、微波等波段，很多电磁波容易被大气吸收掉。所以遥感需要选择大气吸收少、电磁波容易通过的波段。这样的波段被形象地叫做“大气窗口”。

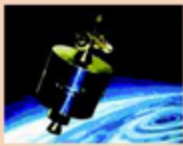
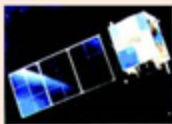

获取遥感信息的设备



(一) 遥感平台

用来搭载传感器的工具称为遥感平台，包括飞船、航天飞机、人造卫星、航空摄影飞机、飞艇、气球、地面测量车等。航天遥感平台通常是使用助推火箭发射到大气层之外，并围绕地球运行的。航空遥感平台主要是在大气层之内飞行。

这些遥感平台距离地面的高度不同，用途也各异(表3.1)。一般高度越高，观察的范围越大；高度越低，获得的遥感信息越详细。

表 3.1 遥感平台的类型、特点及其应用实例

遥感平台	高度	用途	我国研制的遥感平台实例
静止卫星 (定轨卫星)	36 000km	定点的气象观测。	风云2号气象卫星定点在东经105°的赤道上空，对亚太地区进行观测。除了可以获得红外云图和水汽分布图外，还具有对森林火灾、草原火灾、大雾天气和沙尘暴的观测能力。  风云2号气象卫星
地球观测卫星	500~1 000km	定期的地球资源观测。	中巴地球资源卫星可用来监测国土资源的变化，更新全国土地利用图，测量耕地面积，估计森林蓄积量、农作物长势、产量和草场载畜量，监测自然和人为灾害，快速查清洪涝、地震、风沙等破坏情况，估计损失。  中巴地球资源卫星
航天飞船 航天飞机	240~350km	不定期的地球观测和空间实验。	神舟飞船由返回舱和轨道舱组成。轨道舱用于进行空间科学研究和技术实验。它先后进行了一系列对地观测、空间科学实验、空间科学探测与研究，获得了一批具有国际领先水平的科学和应用成果。  神舟飞船

遥感平台	高度	用途	我国研制的遥感平台实例
航测飞机 飞艇 气球	300~ 7 000 m	航空摄影 测量, 各 种调查。	我国的“运-12”航测飞机在底部有一个直径约50厘米的圆孔。把摄影仪器安装到圆孔处, 镜头向下, 拍到的像片可以为地形测绘、城市规划、道路建设、林业规划等提供最基本的信息。  我国的航测飞机
地面测量车	0~ 30 m	地面实况 调查。	用于实地测量。  地面测量车

(二) 传感器

传感器是记录地表物体辐射或反射的电磁波信息的仪器。它安装在遥感平台上, 通常有摄影式和扫描式两种类型。摄影式传感器就是航空照相机。它随着飞机的飞行, 每隔一定的距离拍摄一张地面的像片, 像片之间有一定的重叠。这些像片可以拍摄到胶卷上或以数字形式记录在存储器里。扫描式传感器通常是多光谱扫描仪等设备, 它能够在垂直于飞行方向上进行扫描, 记录下地面连续的扫描线上各个不同波段的光谱信息(图 3.9)。

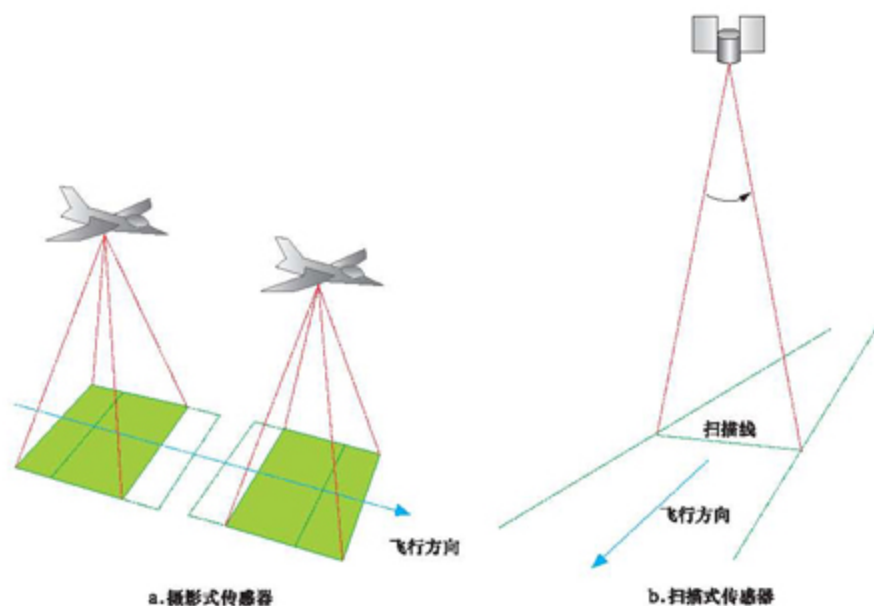


图 3.9 传感器的工作原理

传感器的空间分辨率是指传感器能够记录的最小地面单元的大小。空间分辨率越高，获得的影像越清晰。传感器的光谱分辨率是指能够把电磁波分解成的波段数量。波段越多、光谱分辨率越高，获得的物体信息越多。

传感器记录的信息可通过通讯设备传回地面的接收站供人们使用。



思考

传感器可以把电磁波分解成不同波段，例如，把可见光分解成红、绿、蓝三个波段。运用你自己所学的光学知识，设想传感器是使用什么原理进行光的分解的。



阅读

中巴地球资源卫星

中国与巴西在航天遥感领域合作的结晶——中巴地球资源卫星已经有2颗成功发射并投入使用。

中巴地球资源卫星02星装有多种类型传感器和空间环境监测系统、数据收集传输系统。与其他资源卫星相比，中巴地球资源卫星技术上的最大特点是星上遥感仪器多，可利用的光谱波段多（11个）、空间分辨率种类多（4种），观测周期长短结合（26天，5天和3天），可适应不同用户的需求。

中巴地球资源卫星02星可将获得的遥感信息实时传回地球。在我国三个数据接收站的配合下，卫星传输的遥感影像可覆盖我国及相邻地区。由于它是多光谱记录，对地观察范围大，数据收集快，有利于动态和快速观察。

目前，更为先进的中巴地球资源卫星03星和04星正在研制之中。

遥感信息的处理

被接收的遥感影像需要进一步处理，才能提供使用。这是因为遥感平台自身的运动以及地球表面起伏等，会造成影像几何变形，需要进行几何纠正；大气作用也会对影像产生影响，需要进行辐射纠正。此外，还需要通过增强影像的效果以便于识别物体。

遥感信息常常是多波段的，即传感器能对同一个地区同时记录多个波段的信息。通常记录蓝、绿、红和近红外等波段的信息。应用的时候一般选择其中的三个不同波段组合起来进行观

察分析。例如，用蓝色显示蓝光波段，绿色显示绿光波段、红色显示红光波段，并把三个显示影像叠合在一起，就形成了类似真实的彩色合成影像。如果把绿光波段用蓝色显示，红光波段用绿色显示，近红外波段用红色显示，并把它们叠合在一起，就形成了假彩色合成影像（也叫做彩红外影像），如图 3.10 所示。

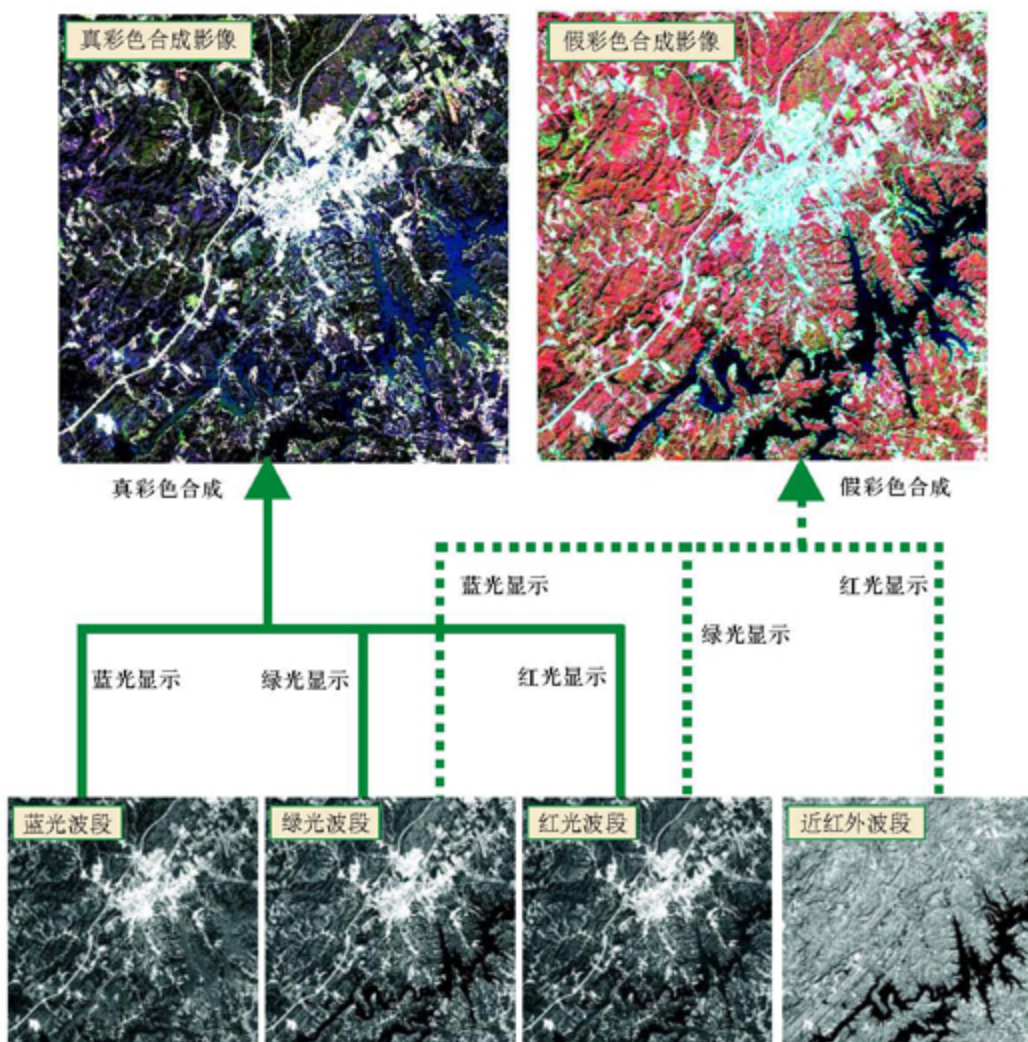


图 3.10 遥感影像的真彩色与假彩色合成

由于植物反射近红外光线比可见光强，水体吸收近红外光线比可见光强，所以假彩色合成的彩红外影像比真彩色合成影像对于植物和水体的分辨能力高，在遥感中应用更普遍。

对于遥感数据的纠正和彩色合成显示等工作都可以通过计算机实现。计算机遥感软件还可以对遥感影像进行增强、自动分类等处理。



活动

请采用小组合作方式做一个实验。

条件：红、绿、蓝三张透明的塑料薄膜，一盏灯，一面白墙。

实验步骤

- (1) 打开灯，把灯放在墙前；
- (2) 把三张塑料薄膜以不同的组合放在灯前，让光线透过薄膜照射到墙上；
- (3) 观察投射到墙上的颜色，认识不同彩色合成的效果。

第三节 遥感图像的目视判读 及其在地图编制中的应用

遥感影像的目视判读是从影像中获得信息的最为直接的方法,通常是通过建立影像特征与地面物体之间的对应关系,即判读标志来实现的。遥感的最直接应用就是编制地图。

目视判读的方法和程序

判读又叫做解译,它和大家看照片认出上面景物的过程相似。目视判读是解译的一种方法,是指通过眼睛直接观察,从遥感影像上识别物体,得到物体的类型、分布、结构等信息,并把识别结果描绘在地图上的过程。目视判读一般按照下面的方法和程序进行(图3.11)。

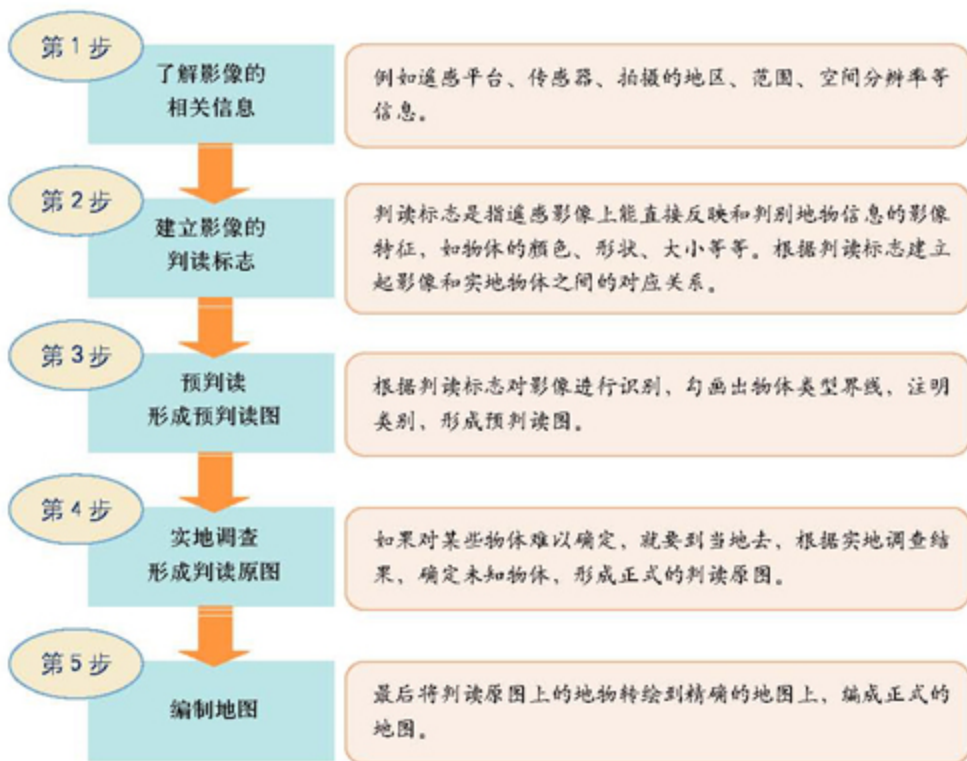


图 3.11 目视判读的一般程序

航空像片和卫星影像的解译

航空像片与卫星影像都可以通过目视判读来解译，方法是使用不同地物的判读标志，确定影像对应的地物。

一般地物，如水体、城市、道路、农业用地、林地等的判读标志主要是影像的形状和色调特征，如表3.2所示。

表 3.2 一般地物的判读标志

类型	形状特征	色调特征
河流	常为界线明显、自然弯曲、宽窄不一的带状，上面常有堤坝、桥梁等人工建筑。	河水比较混浊或者水较浅，则色调浅；河水清澈或水较深，则色调也较深。
湖泊	湖岸呈自然弯曲的闭合曲线，轮廓较为明显。	常为均匀的深色调。
城市	钢筋混凝土结构的房屋，排列较规则整齐；砖木结构的房屋排列不很规则。	钢筋混凝土结构的房屋色调多为浅灰，砖木结构的房屋色调多为深灰。
道路	一般呈线状延伸，道路间有交叉点。	色调从浅灰到深灰。简易公路多为砂石路面，色调较浅；沥青路面呈现深灰色。
农业用地	常常被道路分隔为一块块长方形。	在假彩色合成影像上，农业用地呈现红到深红的颜色。
林地	往往可以观察到高大树木投下的阴影。	在假彩色合成影像上，林地呈现红到深红的颜色。



活动

在图 3.12 上，解译出下列地物，并标在图 3.13 上。

- (1) 解译出河流与湖泊，并判断不同河流的混浊程度。
- (2) 区分哪里是砖木结构房屋的老城区，哪里是钢筋混凝土结构房屋的新城区。
- (3) 解译出林地和农业用地。



图 3.12 南京市的假彩色合成影像 (局部)

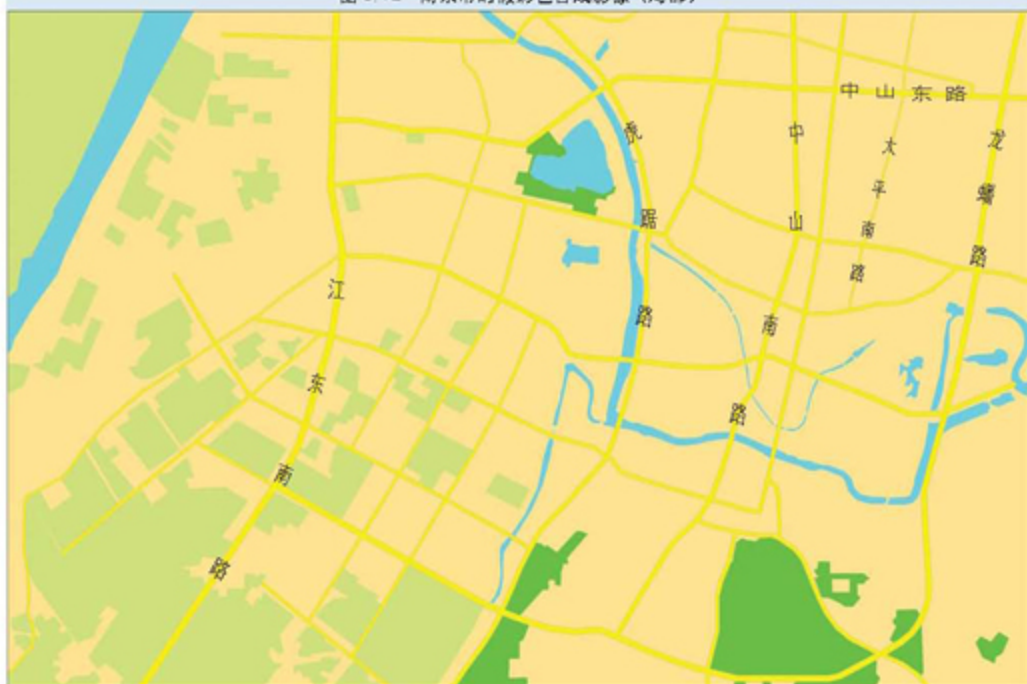


图 3.13 图 3.12 的判读该图

遥感影像在地图编制中的应用

由于遥感影像具有获取速度快、信息量大、空间分辨率高等优势，所以，它在地图编制中得到普遍应用，成为编制各类地图的重要数据源。

地形图的内容包括地面物体的经度、纬度和高程。如图3.14所示，经度是通过P点的子午面与经过伦敦格林尼治天文台旧址的子午面之间的夹角，纬度是通过P点的法线与赤道面之间的夹角。由静止的海水面向大陆延伸所形成的不规则封闭曲面称为大地水准面（图3.15）。P点的高程是P点沿铅垂线到大地水准面的距离。运用遥感不但能准确地计算出地面物体的经度、纬度，还可以通过在飞机或人造卫星上拍摄两张内容有一定重叠的遥感影像，利用光学或计算机设备，形成地面物体的立体影像，计算出地面物体的高程。这一过程完全可以用计算机实现，现在已经成为编制地形图的主要技术方法。图3.16就是一个运用航空摄影像片制作地形图的例子。

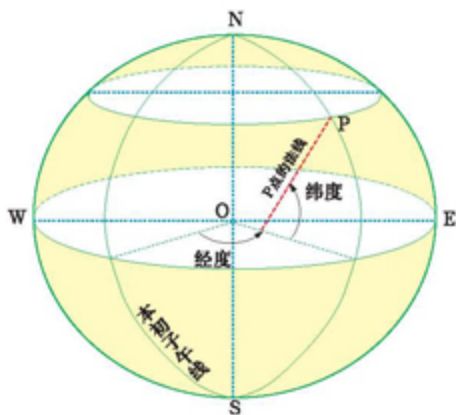


图 3.14 地球的大地坐标

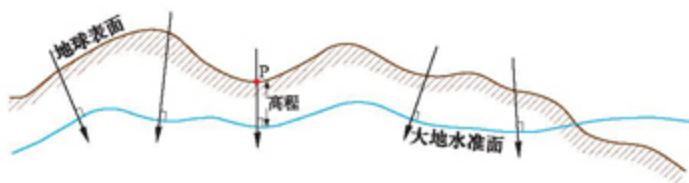
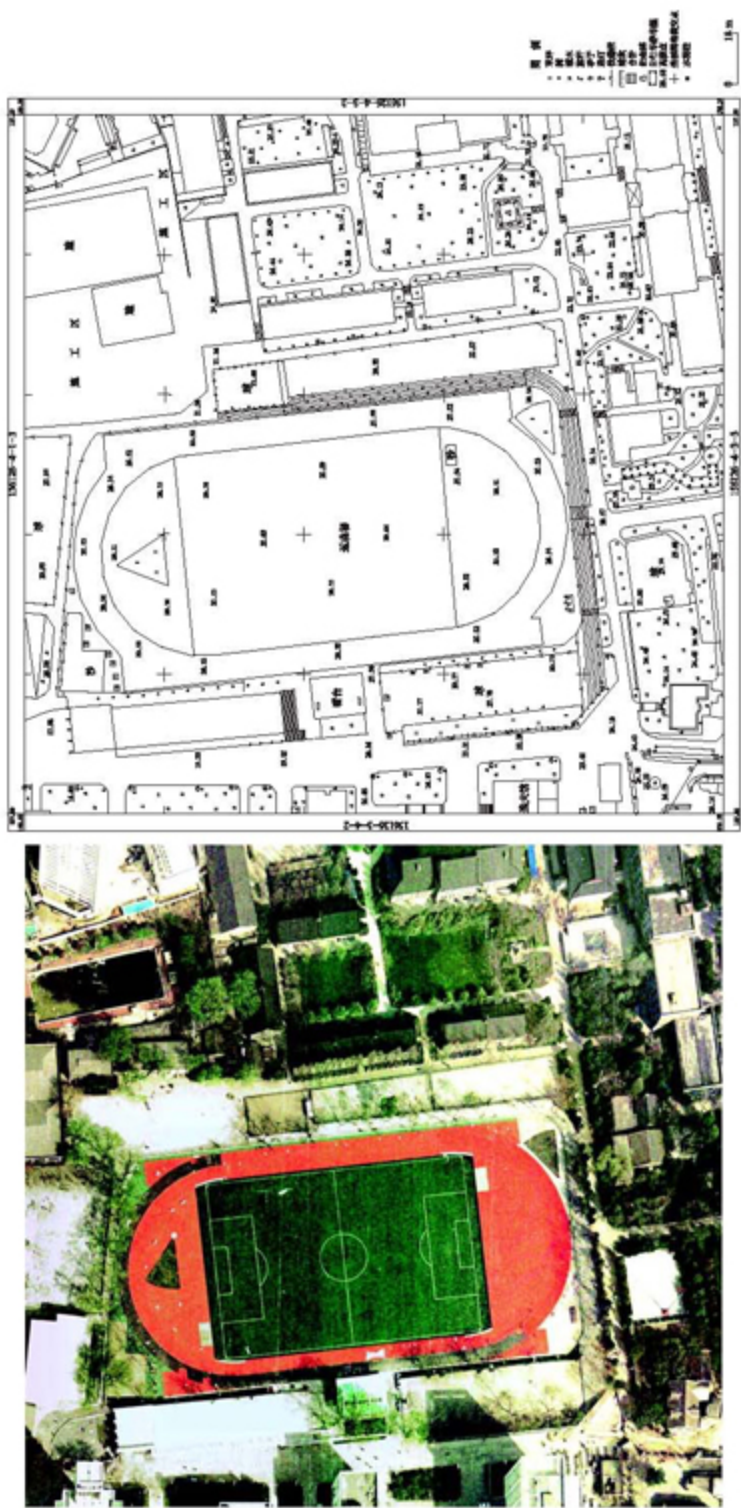


图 3.15 大地水准面与高程

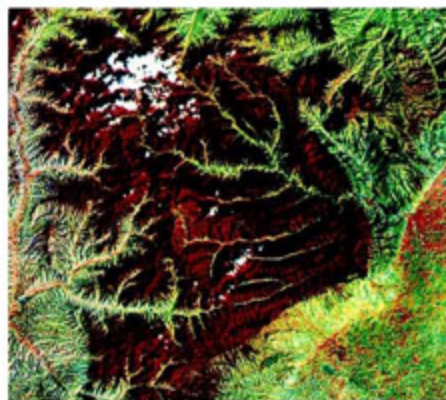


a 2002年3月拍摄的彩色航空像片

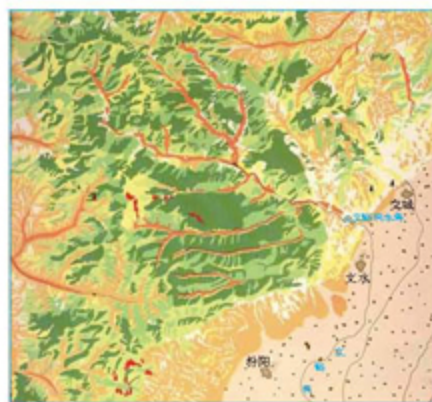
b 2003年8月制作的数字地形图(图中数字表示地面点的高程)

图 3.16 运用航空摄影像片制作的某校园地形图(部分)

运用遥感影像还可以制作专题地图。遥感影像的信息量极其丰富，可以根据不同专业的需要，进行各种专题内容的解译，如绿地、土地、房地产、交通、环境、旅游、灾害、农业、水利等，进而编制出系列的专题地图。如图3.17所示，对卫星遥感影像进行土地利用类型的专题判读，可以制作出土地利用图。



a 彩红外卫星遥感影像



b 土地利用图



图 3.17 利用卫星遥感影像生成山西省部分地区土地利用图

案 4 例

遥感用于亚马孙河流域热带雨林地区的地图测绘

亚马孙河流域有近500万平方千米的热带雨林，那里人烟稀少，云雾终日不散，常规测量工作难以进行。利用雷达遥感技术，在不到一年的时间里就完成了该地区1:40万雷达扫描成像工作，为该地区编制地图提供了基础资料。



第四章

精确定位的现代工具——全球定位系统 (GPS)

GPS系统是20世纪70年代出现的卫星定位与导航系统，可以实现全球全天候的精确定位。只要携带GPS接收设备，就可以清楚地知道自己在地球上的准确位置、移动速度、方向和定位时间。

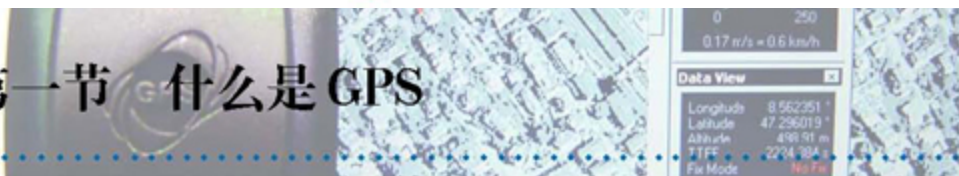
【本章学习目标】

- 了解GPS的基本工作原理。
- 认识国内外重要的卫星定位与导航系统。
- 熟悉GPS在众多领域的用途。

【关键词点击】

全球定位系统 组成 定位 导航 原理 应用 发展

第一节 什么是GPS



全球定位系统由三个部分组成，其定位原理是三球定位。与传统的定位工具相比，GPS具有无可比拟的优势，是一种全新的现代定位工具。

全新的定位工具

传统地面定位工作是将平面位置（经度和纬度）测量与高程测量分开的，费时费力。随着科学技术的发展，出现了卫星定位与导航系统——全球定位系统（GPS）。GPS是20世纪70年代由美国政府组织研制的精密卫星定位与导航系统。它具有海、陆、空全方位实时三维定位与导航能力，可以同时获得地面点的经度、纬度和高程，可为全球范围内的飞机、舰船、地面部队、车辆、低轨道航天器等，提供全天候、连续、实时、高精度的三维位置、三维速度以及时间数据。

GPS的系统组成

GPS由空间系统、地面监控系统和用户系统三部分组成（图4.1）。

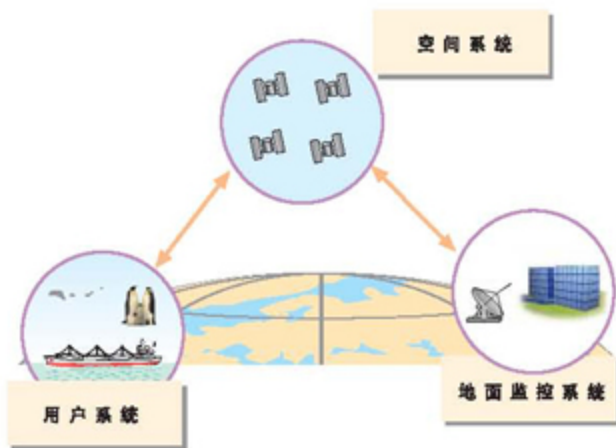


图4.1 GPS的组成

空间系统由21颗工作卫星和3颗备用卫星组成。这24颗卫星均匀分布在20 200千米高的6个轨道平面上，运行周期为11小时58分。位于地平线以上的卫星数目随时间和地点而异，最少时为4颗，最多时达11颗。卫星的这种空间分布，可以保证地球上任何时间、任何地点至少可以同时观测到4颗以上的卫星。GPS卫星的主要功能是：

- 接收、存储和处理地面监控系统发射来的导航电文及其他相关信息；
- 向用户连续不断地发送定位与导航信息，并提供时间标准、卫星本身的空间位置及其他在轨卫星的概略位置；
- 接收并执行地面监控系统发送的控制指令，如调整卫星姿态和启用备用时钟、备用卫星等。

地面监控系统由1个主控站、3个注入站和5个监测站组成，分布在全球5个地点。主控站设在美国的科罗拉多，负责协调和管理所有地面监控系统的工作。3个注入站分别设在印度洋的迪戈加西亚、太平洋的卡瓦加兰和南大西洋的阿森松。其主要任务是来自主控站的导航电文和其他控制指令注入到相应卫星的存储系统，并监测注入信息的正确性。5个监测站中，有1个设在夏威夷，其余4个分设在科罗拉多、迪戈加西亚、卡瓦加兰和阿森松，与主控站或注入站设在同一个地方。监测站的任务是连续观测和接收GPS卫星发出的信号并监测卫星的工作状况，将采集到的数据连同其他观测资料经初步处理后传送到主控站。

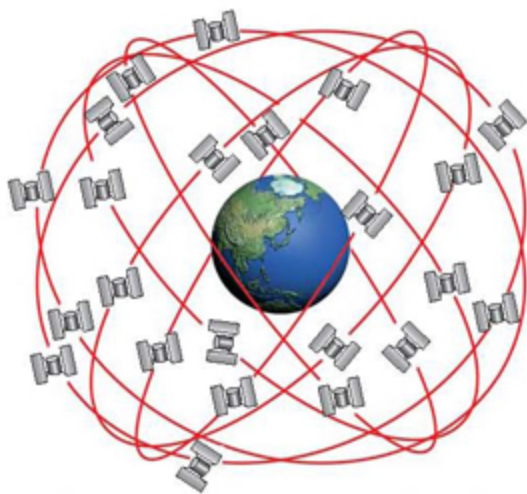


图 4.2 GPS 的空间系统

用户系统由GPS接收机硬件和处理软件组成。其主要功能是跟踪接收GPS卫星发射的信号，测量信号从卫星到接收机天线的传播时间，解译GPS卫星发送的导航信息，实时地计算出接收机的三维位置和时间。



图 4.3 GPS 地面监控系统的组成与分布



阅 读

中国的“北斗导航系统”及其他卫星定位与导航系统

“北斗导航系统”是我国自行开发研制，具有自主知识产权、自主控制的区域性卫星定位与导航系统。它覆盖我国全境及周边地区。它的空间系统由两颗工作星和一颗备用星组成。它将定位导航与卫星通信集于一体，能够全天候、全天时提供卫星导航和通信服务。



图 4.4 中国的“北斗导航系统”

GLONASS (Global Navigation Satellite System) 是苏联从 20 世纪 80 年代初开始建设的全球卫星定位与导航系统。它由卫星星座、地面监测控制站和用户设备三部分组成。目前, GLONASS 系统的工作卫星只有 7 颗, 由于卫星数量不足, 一般与 GPS 联合使用。

2002 年 3 月 26 日, 欧盟运输部长们一致同意正式批准研制“伽利略”导航卫星计划。未来的“伽利略”卫星定位与导航系统将由 30 颗卫星组网, 平均分布在 3 个倾斜轨道面上。该系统定于 2005 年发送导航信号, 2008 年全部建成使用。中国也参与了“伽利略”卫星定位与导航系统的研究和开发。

GPS 定位的基本原理

GPS 卫星定位原理类似于三球定位原理。三球定位原理是在二维定位原理的基础上发展起来的。

(一) 二维定位原理

最简单的定位原理是二维定位原理。它最早用于船只导航。如图 4.5 所示, 假设站点 1 与站点 2 分别为海岛或海岸上用于导航的无线电发射台, 它们的地理位置已经精确测定, 为 C_1 和 C_2 。B 点为需要确定的船只位置, 船上装有无线电导航接收机。无线电发射台连续发射无线电信号, 船上接收机就会捕捉到这些无线电信号, 测出这些信号从发射台到接收机的传播时间, 计算出船只到站点 1 和站点 2 的距离 R_1 和 R_2 。在较小的范围内, 地球表面近似于平面。在同一平面上, 已知圆心 C_1 和 C_2 及半径 R_1 和 R_2 , 可以确定两个圆, 进而可以确定两个交点 A 和 B。这两个交点之一为船只的位置。由于已知船只的概略位置, 所以, 可以判定船只的位置不是较远的 A 点, 而是 B 点。



图 4.5 二维定位原理

(二) 三球定位原理

卫星定位依据三球定位原理。如图 4.6 所示, 假设卫星的位置为 C_1 、 C_2 、 C_3 , 为已知值。

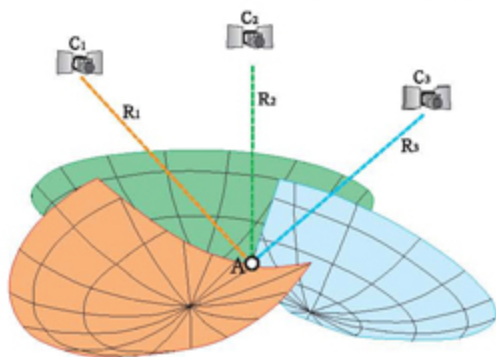


图 4.6 三球定位原理

A 点为需要确定的地面接收机的位置。卫星发射信号，在地面的接收机就会跟踪接收这些信号，测量信号从卫星到接收机的传播时间，计算出卫星所在位置 C_1 、 C_2 、 C_3 到接收机的距离 R_1 、 R_2 、 R_3 。已知球心 C_1 、 C_2 、 C_3 和半径 R_1 、 R_2 、 R_3 ，可以确定空间三个球面，这三个球面与地球表面的交点只有一个，这就是 A 点，即接收机的位置。

（三）GPS 定位原理

GPS 卫星定位原理类似于三球定位原理。由已知空间位置的 GPS 卫星发射信号，在地面（或空中）的 GPS 接收机跟踪接收 GPS 卫星发射的信号，测量信号从卫星到接收机天线的传播时间，计算出卫星到接收机的距离。如果接收到 3 颗卫星的信号，GPS 接收机可以利用三球定位原理，计算出接收机所在位置的经度、纬度和高程。如果接收到 4 颗卫星的信号，GPS 接收机还可以获得定位时间。如果 GPS 接收机捕捉到 4 颗以上卫星的信号，就可以提高定位精度。假如 GPS 接收机不断地更新位置，就可以通过跟踪接收 GPS 卫星发射的信号，得到自己在不同位置的经度、纬度、高程与定位时间，进而算出移动方向和速度。



思考

1. 全球定位系统由哪几部分组成？各有什么作用？
2. 简述全球定位系统的定位原理。



阅 读

提高 GPS 定位精度的方法

目前，单个 GPS 接收机的定位精度大约为 20 米。为了获取更高的定位精度，通常运用两台 GPS 接收机定位。将其中一台 GPS 接收机安置在已知精密坐标的基准站上进行观测，计算出所在基准站 GPS 测量坐标与已知地面坐标的差值；另外一台接收机在进行观测的同时，利用基准站计算出的差值，对其定位结果进行改正，其定位精度可达 3~5 米。

在高精度的 GPS 定位应用中，通常采用 RTK (Real Time Kinematic) 技术。如图 4.7 所示，在基准站上设置 1 台 GPS 接收机，对所有可捕捉到信号的 GPS 卫星进行连续观测，并将其观测数据通过无线电传输设备，实时发送到用户站。在用户站上，GPS 接收机在接收卫星信号的同时，通过无线电接收设备，接收基准站传输的观测数据，然后根据前述两台 GPS 接收机的定位原理，实时计算出用户站的三维坐标，其定位精度可达厘米级。

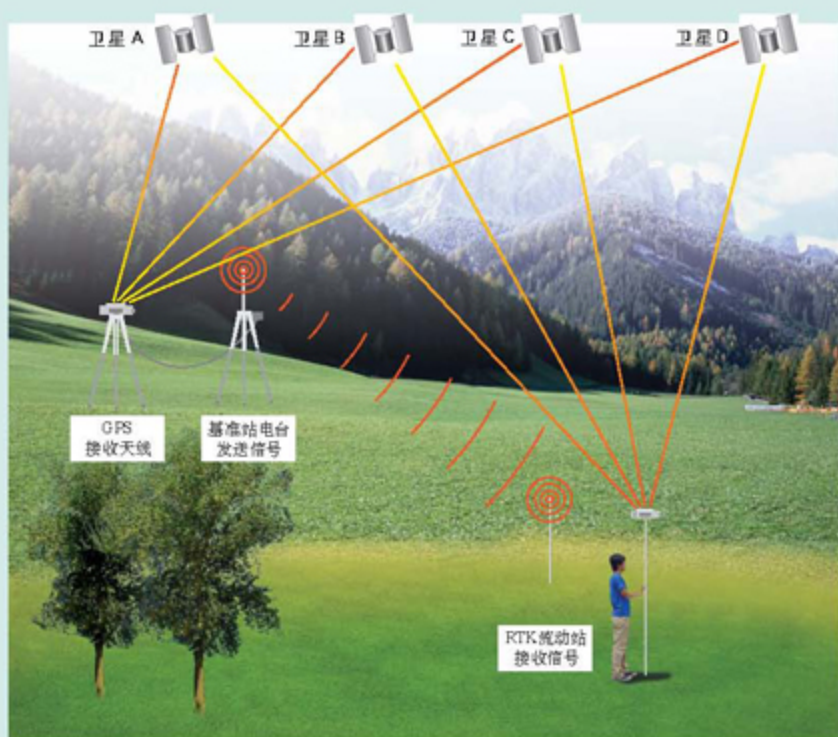


图 4.7 高精度 GPS 测量原理

第二节 GPS 的应用与发展

由于GPS具有高精度、全天候和全球覆盖的定位与导航功能，所以，它广泛应用于野外勘测、交通运输、旅游、科学研究、军事等领域。

GPS 的众多应用领域

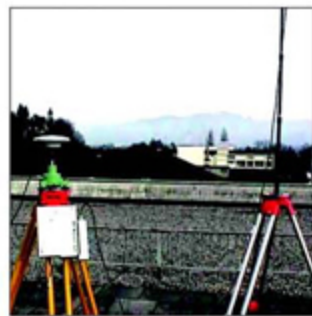
(一) 野外勘测

野外勘测中的许多工作都需要位置信息，GPS技术为野外勘测提供了理想的定位手段。

● 应用于测绘领域。与传统的手工测量相比，GPS技术具有测量精度高，操作简便，仪器体积小、便于携带，可以全天候操作，测量结果坐标统一，信息自动接收、存储等优势。因此，它被广泛应用于测绘领域，例如，地形图测绘（图4.8~图4.9）、地壳变形测量、大坝和大型建筑物变形监测等。



GPS 接收机



基准站与发送设备



流动站与接收电台

图 4.8 GPS 应用于陆地地形测绘

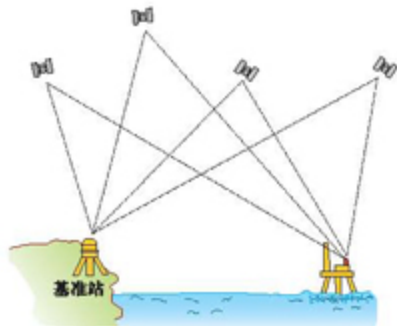


图 4.9 GPS 海上勘测平台

案 1 例

利用 GPS 自动绘制地形图

目前，武汉大学的专家研制出GPS自动地形图测绘系统。利用该系统绘制一个广场的地形图，测绘人员只需要随身携带一台GPS接收机和一部掌上电脑，按一定路线在广场上走一遍，该广场的地形图便立即在电脑上被精确地绘制出来。

案 2 例

利用 GPS 保障英法海底隧道准确贯通

英法海底隧道横跨多佛尔海峡，全长约50千米(图4.10)。在开挖该隧道过程中，为了保证各施工段开挖的隧道均能准确贯通，施工单位分别在两岸架设了GPS接收机，利用接收机同时对隧道工程进行实时监控和测量。由于有GPS提供精确的定位信息，各施工段开挖的隧道误差不超过5厘米，隧道准确贯通。



图 4.10 英法海底隧道

● 应用于资源勘测。资源勘测不可避免地需要确定空间位置，并以此来勘定资源分布边界，确定分布面积，估算储量，计算可开采量。GPS为快速、高效地确定资源分布范围、估算储量和可开采量提供了技术支持。目前，GPS广泛应用于海洋资源和陆地资源调查。其中，海洋资源调查包括海洋石油资源调查、海洋生物资源调查等，陆地资源调查包括森林资源调查、草场资源调查、耕地资源调查等。

(二) 现代交通运输

由于GPS具有连续定位和导航能力，所以，GPS广泛应用于现代交通运输。出租汽车公司、物流配送行业利用GPS对车辆进行跟踪、调度管理，选择最优路径，以最快的速度响应用户的乘车或送货要求。海洋航运部门利用GPS为远洋船舶导航，指导船舶进港、离港。民航部门利用GPS，指导驾驶员准确着陆，科学引导和安排飞机进港、离港，提高机场利用效率。



图 4.11 车载 GPS 导航电子地图

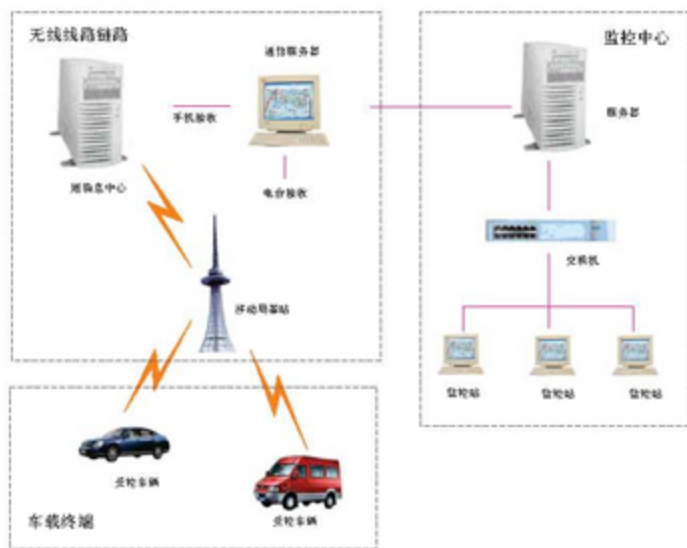


图 4.12 车辆监控调度系统

案 3 例

利用 GPS 公交系统及时了解公交车的位置

成都市在部分城区建成了 GPS 公交系统。在该系统控制范围内，每个站台都安装了站牌主控机，主控机下方安装液晶显示屏。公交车上安装车载 GPS，司机通过它与调度中心联系。调度中心将车载 GPS 传回的线路号、车号、经纬度、运行速度、方向等信息处理后，下传给站牌主控机，显示在站台显示屏上。乘客从显示屏上可以看出各路公交车沿线的站名以及现在停靠的站点。

(三) 旅游

在旅游中，GPS 是忠实的向导。游客随身携带 GPS 接收机（如图 4.13），可以随时知道自己所在的位置、行走速度和方向，不会迷失方向。需要在野外宿营时，还可以借助 GPS 接收机快速找到合适的宿营地，减少不必要的麻烦。

(四) 科学研究

GPS 在科学研究中也有广泛的应用。很多科学研究，例如地质学研究、生物学研究、海洋学研究、全球气候研究、水文学研究等，都把 GPS 作为重要的定位手段。



图 4.13 GPS 接收机

案 4 例

利用 GPS 跟踪研究金丝猴活动范围

为了摸清云南丽江老君山滇金丝猴的活动范围，中科院有关动物专家给滇金丝猴（图 4.14）佩戴了 GPS 卫星定位项圈。这样，项圈上的 GPS 信号发射装置每天都向卫星发送信号。科研人员只要通过互联网就可以持续追踪猴群，研究和掌握它们的活动范围，为设立保护区提供参考。



图 4.14 滇金丝猴

（五）军事

GPS研制之初是以军用为目的的。目前，GPS广泛应用于作战指挥，紧急搜救，军用舰船导航，军用飞机导航，火炮、地空导弹精确制导等领域。在快速、机动、精确的现代化战争中，GPS正全方位地发挥着作用。



将GPS精确制导的炸弹，从距离攻击目标24千米的高度投下，误差仅在13米之内！

图 4.15 GPS精确制导炸弹

案 5 例

利用GPS搜救飞行员

目前，美军飞行员身上普遍配备一种无线电救生装置。在战争中，如果飞机被击落，飞行员便会利用携带的无线电救生装置进行GPS定位，并发出带有位置信息的紧急呼救信号。救援人员接到紧急呼救信号后，便立即派出配有GPS的直升机，飞赴目的地进行及时搜救。

GPS的发展前景

近年来，随着科学技术的发展和需求量的增加，GPS产品的价格逐渐降低，体积趋于微型化。市场上出现了多种类型的GPS产品，例如GPS手持机、GPS手表、GPS相机，以及一些基于掌上电脑、笔记本电脑等移动设备的集成产品。这些产品可以随身携带，随时为用户提供定位或导航服务。

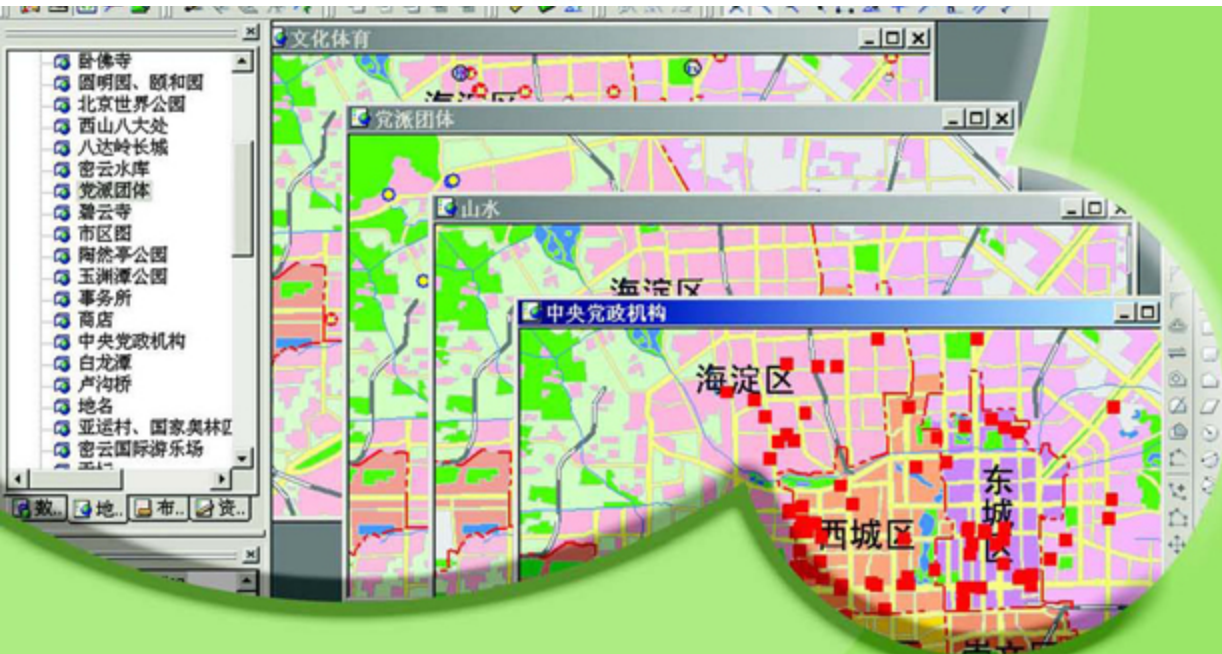
随着GPS产品的多样化和微型化，GPS也从以军用为主迅速发展成为以民用为主，并最终进入平常百姓的日常生活。

我国的“北斗导航系统”已经开通，这标志着我国卫星定位与导航技术的大规模应用进入了实质性阶段。有专家预言，无论从应用的规模与数量，还是从应用的深度与广度上看，我国都将是一个卫星定位与导航技术应用大国。



思考

1. 你能设想手持 GPS 在实际生活中的若干用途吗？
2. 请你谈谈卫星定位与导航技术在我国高科技国防建设中的应用价值。



第五章

数字时代的产物——地理信息系统（GIS）

地理信息系统（GIS）是一种重要的信息系统。它具有采集、存储、管理、分析、建模和描述地理数据的功能。GIS与国家经济建设和社会事业发展等密切相关。

【本章学习目标】

- 熟悉 GIS 的基本构成。
- 认识 GIS 的基本功能。
- 了解地图数字化的基本方法。
- 认识 GIS 的数据库及其建立。
- 尝试应用 GIS 软件。

【关键词点击】

地理信息系统 地理数据 数据组织 数据管理 地图数字化 GIS 数据库 空间查询 空间分析
虚拟 GIS WebGIS

- 快速入门指南
- (第 1 课)
- (第 2 课)
- (第 3 课)
- (第 4 课)
- (第 5 课)
- (第 6 课)
- (第 7 课)
- (第 8 课)
- (第 9 课)
- (第 10 课)
- (第 11 课)
- (第 12 课)
- (第 13 课)
- (第 14 课)
- (第 15 课)
- (第 16 课)
- (第 17 课)
- (第 18 课)
- (第 19 课)
- (第 20 课)
- (第 21 课)
- (第 22 课)
- (第 23 课)
- (第 24 课)
- (第 25 课)
- (第 26 课)
- (第 27 课)
- (第 28 课)
- (第 29 课)
- (第 30 课)
- (第 31 课)
- (第 32 课)
- (第 33 课)
- (第 34 课)
- (第 35 课)
- (第 36 课)
- (第 37 课)
- (第 38 课)
- (第 39 课)
- (第 40 课)
- (第 41 课)
- (第 42 课)
- (第 43 课)
- (第 44 课)
- (第 45 课)
- (第 46 课)
- (第 47 课)
- (第 48 课)
- (第 49 课)
- (第 50 课)
- (第 51 课)
- (第 52 课)
- (第 53 课)
- (第 54 课)
- (第 55 课)
- (第 56 课)
- (第 57 课)
- (第 58 课)
- (第 59 课)
- (第 60 课)
- (第 61 课)
- (第 62 课)
- (第 63 课)
- (第 64 课)
- (第 65 课)
- (第 66 课)
- (第 67 课)
- (第 68 课)
- (第 69 课)
- (第 70 课)
- (第 71 课)
- (第 72 课)
- (第 73 课)
- (第 74 课)
- (第 75 课)
- (第 76 课)
- (第 77 课)
- (第 78 课)
- (第 79 课)
- (第 80 课)
- (第 81 课)
- (第 82 课)
- (第 83 课)
- (第 84 课)
- (第 85 课)
- (第 86 课)
- (第 87 课)
- (第 88 课)
- (第 89 课)
- (第 90 课)
- (第 91 课)
- (第 92 课)
- (第 93 课)
- (第 94 课)
- (第 95 课)
- (第 96 课)
- (第 97 课)
- (第 98 课)
- (第 99 课)
- (第 100 课)

第一节 什么是 GIS



GIS 既是管理和分析地理数据的应用技术，又是跨越地球科学、信息科学和空间科学的应用基础学科。GIS 由计算机硬件、软件等组成，用以支持地理数据的输入、管理、处理、分析和输出。

从模拟地图到电子地图

常规的地图一般绘制在纸张等介质上，这种地图统称为模拟地图。模拟地图制图工艺过程复杂，成图周期长，不易保存和及时更新。自 20 世纪 60 年代以来，随着计算机技术的发展，人们开始用数字化方法来制作地图，产生了电子地图（图 5.1）。

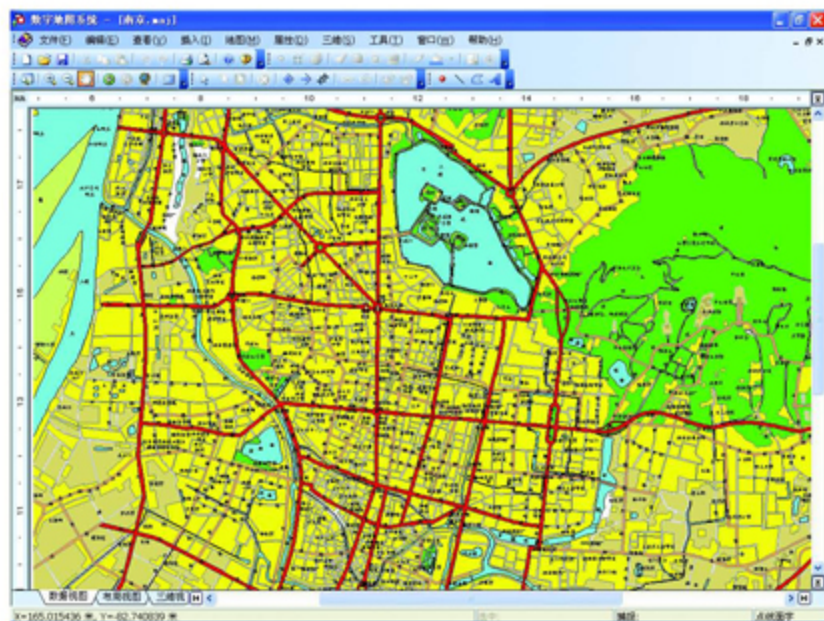


图 5.1 电子地图示例

电子地图与模拟地图相比，具有很多优势。首先，电子地图以计算机屏幕为显示设备，以存储器为存储设备，易于保存和更新；其次，电子地图动态生成，表达方法多种多样；再次，

电子地图缩放自如，便于浏览地理信息；最后，电子地图与数据库相连接，具有查询、计算和统计、分析功能。

制作电子地图分两步进行。第一步，利用数字化仪把模拟地图的图形转换为数据；第二步，将图形数据通过计算机软件显示在计算机屏幕上（图 5.3）。

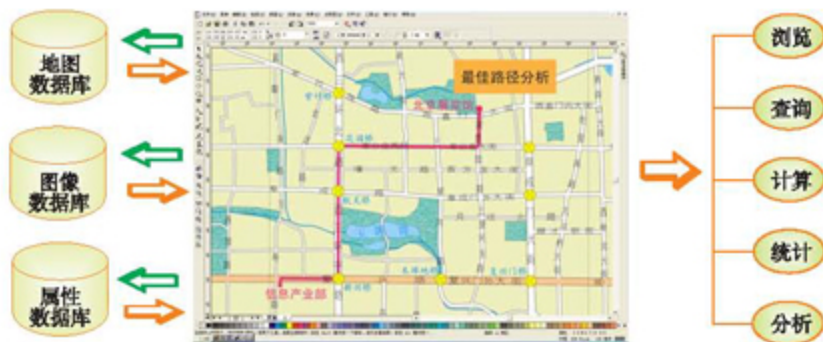


图 5.2 电子地图的功能

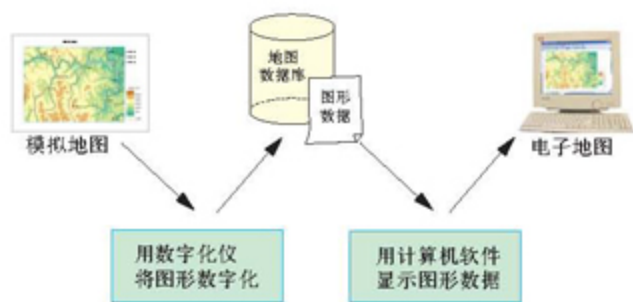


图 5.3 电子地图的制作过程

电子地图虽然只是地图大家庭中的一员，但是它的数字化表示和图形管理方法，为地理数据的输入和输出提供了依据，而且其制图系统也是 GIS 产品输出的重要组成部分。因此，它的原理和技术为 GIS 的萌生和发展奠定了重要基础。



思考

电子地图与模拟地图相比较，有哪些优点？

地理信息系统

地理信息系统是以数据库为基础，在计算机软硬件支持下，对地理数据进行输入、存储、管理、处理、分析和输出的计算机技术系统。它一般由计算机系统、地理数据和应用人员三部分组成，如图 5.4 所示。

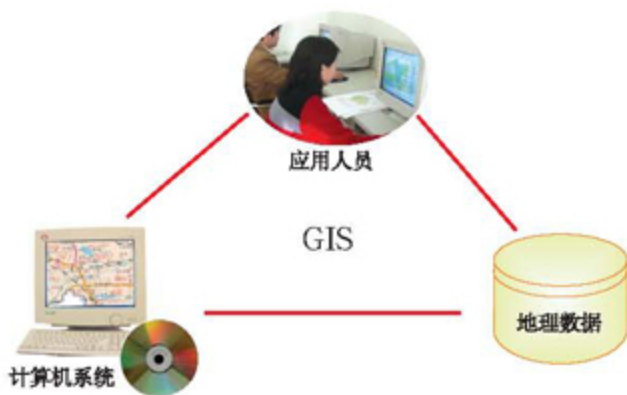


图 5.4 GIS 的基本构成

（一）计算机系统——GIS 的核心

GIS 的计算机系统包括硬件系统和软件系统。

硬件系统用以存储、处理、传输和显示地理数据，其基本设备包括输入设备、处理设备和输出设备三部分。其中，输入设备包括数字化仪和扫描仪等；处理设备有服务器和工作站；输出设备有绘图机和打印机等。

软件系统用于执行 GIS 的各种操作，包括地理数据的采集、输入、处理，数据库建立与管理，空间分析，产品制作与输出等。

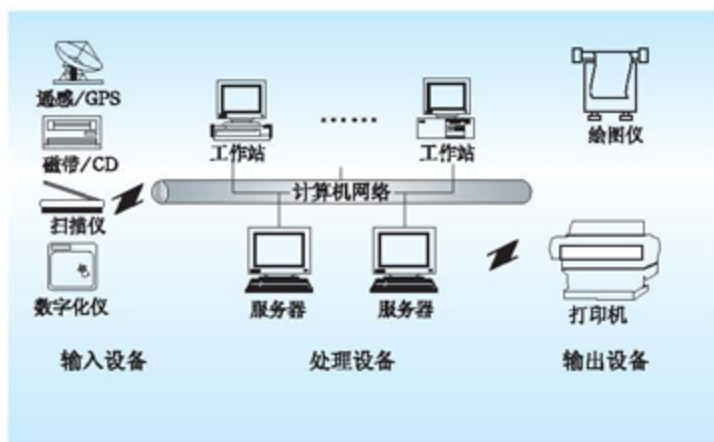


图 5.5 GIS 的计算机系统的组成

（二）地理数据——GIS 的操作对象

地理数据是地球表层所有涉及地理位置的事物和现象的数字表达。它是GIS的操作对象，也是GIS数据库的主要内容。将地理数据作为操作对象，是GIS区别于其他信息系统的主要标志。

地理数据具有定位、属性和时态三个基本特征。

地理数据具有定位特征。如图5.6所示，计算机能识别的地理事物和现象(图5.6a)，常有两种表达定位特征的方法，一种是矢量数据表达法(图5.6b)，另一种是栅格数据表达法(图5.6c)。

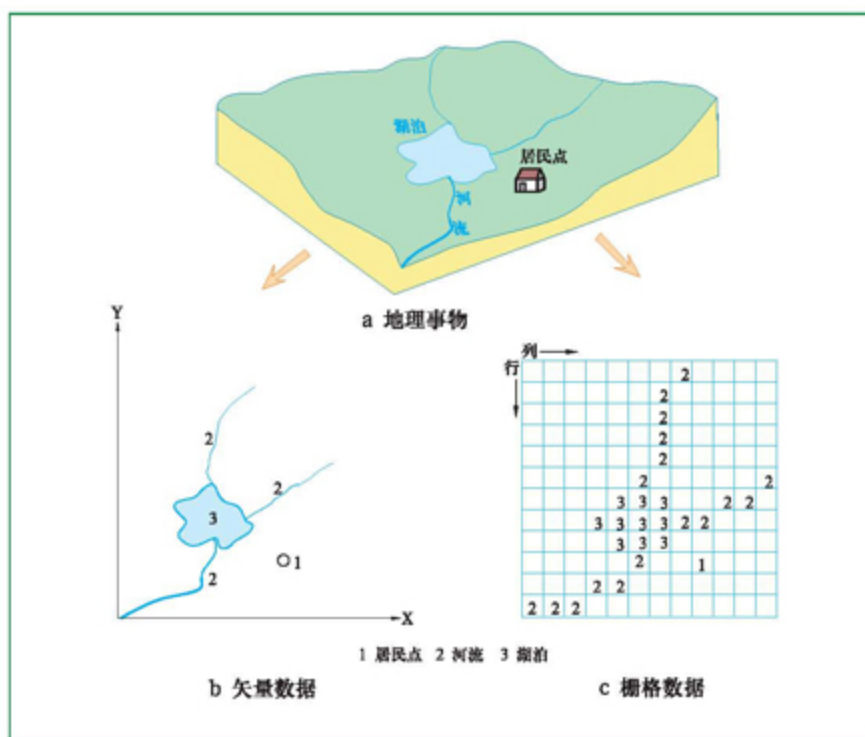


图 5.6 地理事物及其表达方法

在矢量数据表达法中，地理事物和现象的位置和分布采用点、线、面表达，与它们在地图上的表示方法相似，每一个地理事物和现象的定位数据就是这些点、线、面的坐标数值。在栅格数据表达法中，空间被规则地划分为网格单元，地理事物和现象的位置和分布用它们占据的网格单元来定义。

地理数据的属性特征，即地理事物和现象的定性和定量指标，例如居民点的人口数、河流的长度、湖泊的面积等；时态特征，即地理事物和现象发生变化的时刻或时段。

综上所述，地理数据表示地理事物和现象的定位、定性和时态等信息。



活动

1. 试用自己的语言描述地理数据的基本特征。
2. 试用矢量和栅格两种方法表示图 5.7 中的地理事物的位置和分布，图中数字表示它们的编码。

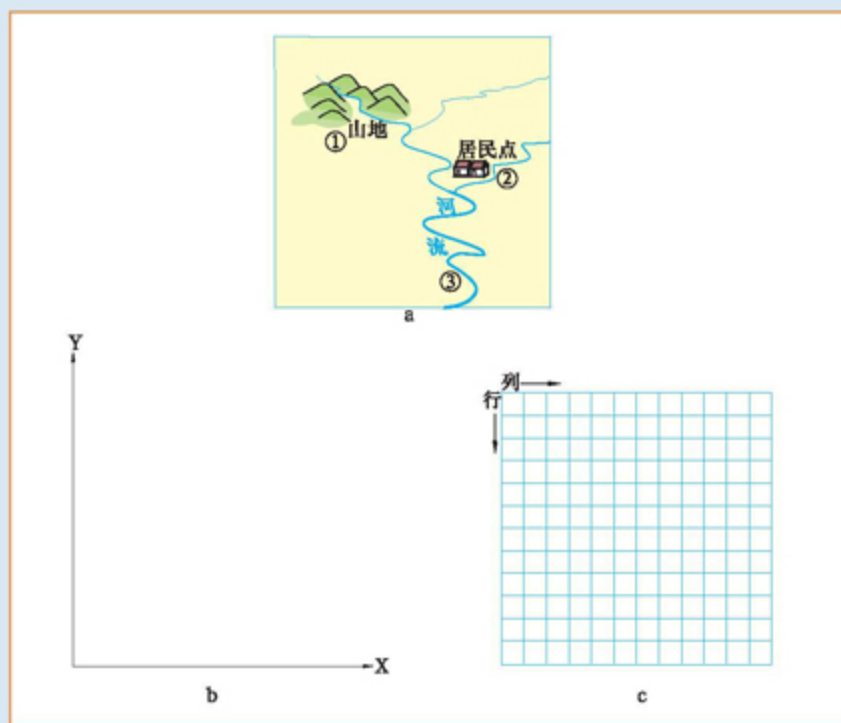


图 5.7

(三) 应用人员——GIS 最活跃的因素

无论计算机和GIS技术如何发展，人在GIS的构成中仍处于主导地位，而且始终是GIS最活跃的因素。GIS应用人员主要有以下几类。

- 系统分析员。从全局观点出发，对GIS用户进行需求调查，确定GIS的功能，提出各种可行方案，为系统设计提供依据。

- 系统设计员。根据用户需求，确定系统的开发目标、任务、总体结构和功能，完成GIS设计方案，为专家论证提供依据。
- 系统开发员。根据GIS设计方案，开发出GIS软件。
- 数据生产者。根据数据库设计的要求，调查和选择GIS数据源，进行数据的采集、处理，最后提供符合质量标准的地理数据。
- 应用分析员。对具体地理问题进行分析，提出可行的GIS应用方案，以解决地理问题。
- 系统管理员。对GIS计算机系统进行管理和维护，更新GIS数据库，保证系统的正常运行。

第二节 GIS的基本功能

PROJ_CODE: 6511,000
 NAME: 新疆维吾尔自治区
 PYNAM: Xinjiang Uygur Zizh
 CAPNAME: 乌鲁木齐市
 PYCAPNAME: Urumqi SM
 AREA: 1,633,840.1205125
 PERIMETER: 8,059.1635971025

GIS具有四项基本功能，即数据输入与编辑、数据存储与管理、空间查询与分析、制图与产品输出。GIS依托这些基本功能，解决实际地理问题。

数据输入与编辑

数据输入与编辑是GIS的基本功能之一。

数据输入是用数字化工作站、扫描仪等数据输入设备，将各类地图、野外观测记录、遥感影像、统计资料等转换为数字形式，输入计算机。它的目标是为GIS的建立和应用提供数据源。其中，数字化工作站用来将地图内容转换为矢量数据形式（图5.9）；扫描仪用来将地图内容转换为栅格数据（图5.10）。

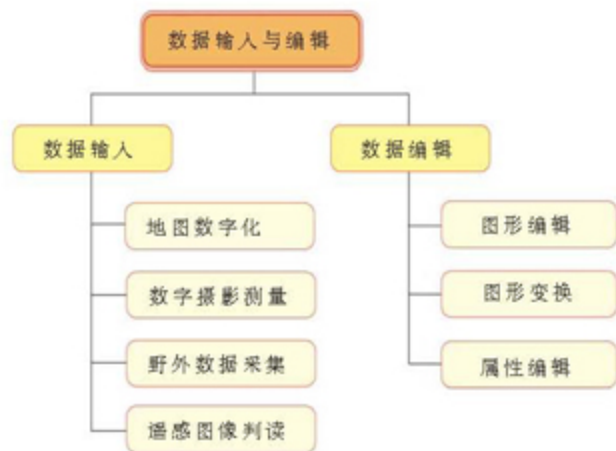


图 5.8 GIS 数据采集与编辑功能

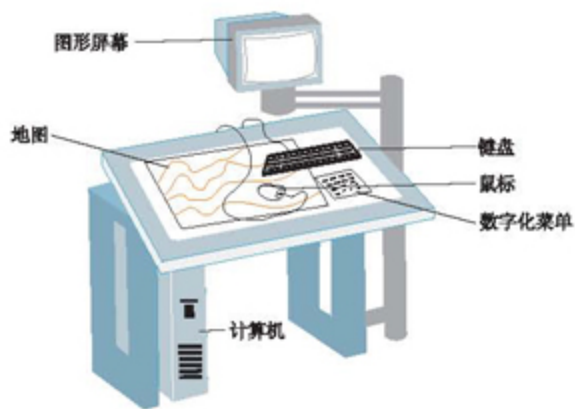


图 5.9 数字化工作站示意

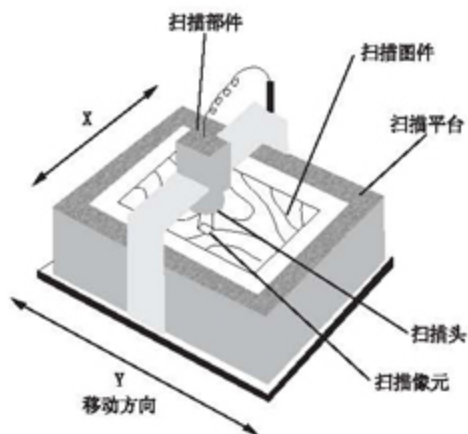


图 5.10 平台扫描仪示意

数据编辑是将输入计算机的数据编辑处理为规定的格式，以便于计算机存储。它分三步。第一步是图形编辑，改正在数据输入过程中产生的各类错误；第二步是图形变换，将获取的不同类型的地理数据进行标准化处理（图 5.11），包括不同比例尺、不同坐标系和不同地图投影类型数据的转换与统一；第三步是编辑属性，检验空间数据和属性数据的对应关系（图 5.12）。

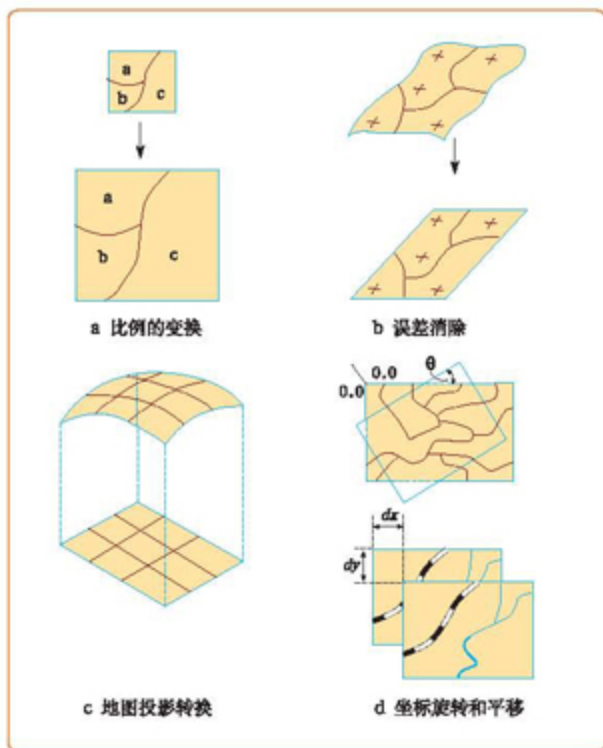


图 5.11 地理数据的标准化处理

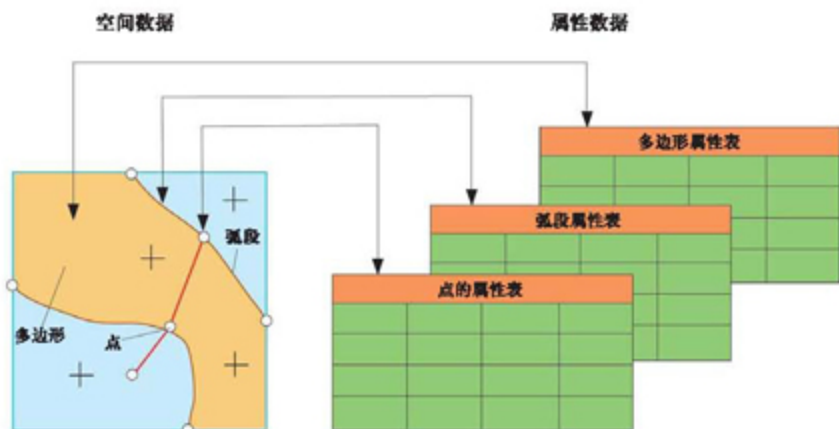


图 5.12 空间数据与属性数据的对应关系

数据存储与管理

将地理数据编辑处理之后，需要将其存储起来。GIS提供了存储和管理地理数据的基本功能。地理数据的存储和管理方式有多种。目前，多采用数据库存储和管理方式。用数据库方式实现的GIS数据存储和管理功能包括数据库的定义、数据库的建立和数据库的维护等（图5.13）。这些功能主要通过数据库管理系统来实现。其中每项功能对应特定的程序。数据库管理系统实际上是由这些程序组成的一个整体。

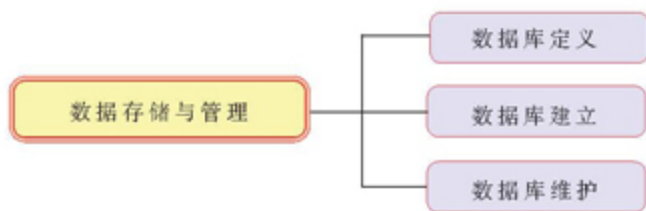


图 5.13 GIS 数据存储与管理功能



阅读

地理数据管理技术的发展

地理数据的存储和管理技术的发展，大致可以分为以下三个阶段。

1. 计算机文件管理阶段

计算机文件管理方式开始于20世纪70年代中期，当时人们将空间数据和属性数据用计算机的文件分开存储，同一地理事物或现象的空间数据和属性数据使用一个相同的编码（ID）逻辑上联系起来（图5.14）。

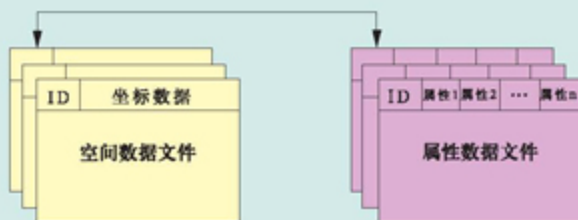


图 5.14 空间和属性数据的文件管理方式

2. 文件与数据库混合管理阶段

20世纪80年代中期，由于数据库技术的发展，开始将属性数据存储到数据库中，而空间数据继续采用数据文件方式进行存储和管理，称为混合数据管理（图 5.15）。

3. 数据库管理阶段

到了80年代末期，为解决混合数据管理存在的数据安全无法保证等问题，开始将空间和属性数据都存储到数据库中，提高了空间数据和属性数据的完整性、一致性和安全性（图 5.16）。

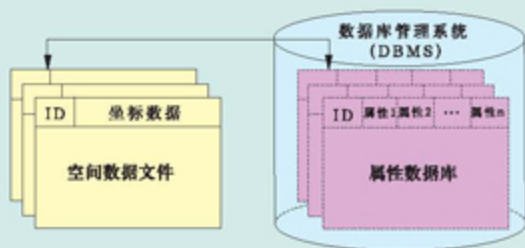


图 5.15 地理数据的文件与数据库混合管理

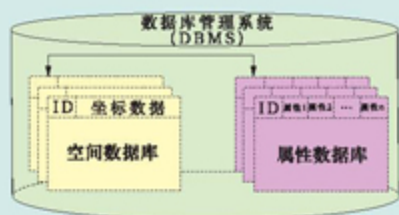


图 5.16 地理数据的数据库管理

空间查询与分析

空间查询与分析是GIS的重要功能。空间查询是通过查找GIS数据库来回答GIS用户提出的地理问题；空间分析则是通过对地理数据的计算来获取新的地理信息（图 5.17）。

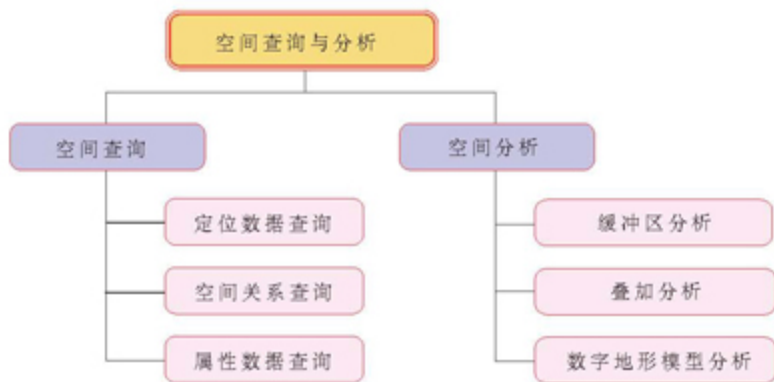


图 5.17 常用的GIS空间查询与分析功能

空间查询可以帮助人们获得各种感兴趣的地理信息，例如，查询到某地点的距离、离家最近有哪些公交站点等等。空间查询的基本类型如图 5.18 所示。

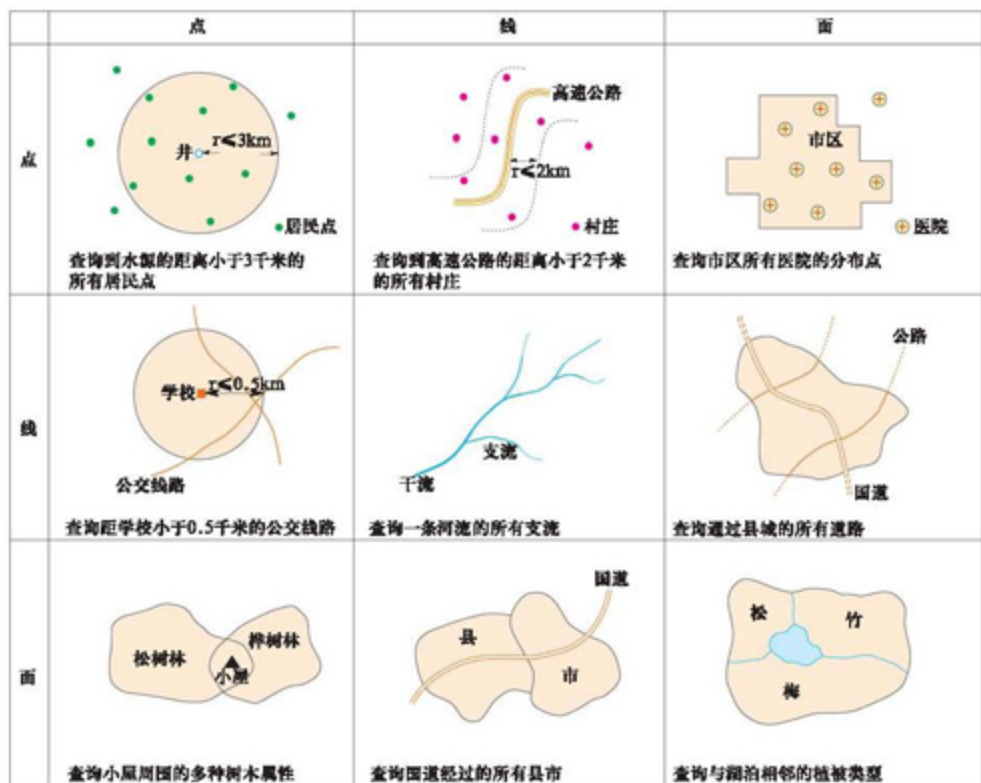


图 5.18 空间查询的基本类型

案 1 例

中国西部省区人口信息查询

在中国省区图上，打开行政区图层，可见其属性数据表，表中包含各省的编码、名称、位置和人口数等信息。键入查询条件：位置 = “西部”，表示查询西部省区，便显示西部省区图形。键入查询表列：省区数和总人口数的统计功能函数，便显示西部 12 个省区及其总人口数 35 531 万人。

如果要查询属性表的全部信息，包括编码、名称、位置和人口数，则键入查询表列：*，便显示所有属性信息，如图 5.19 所示。

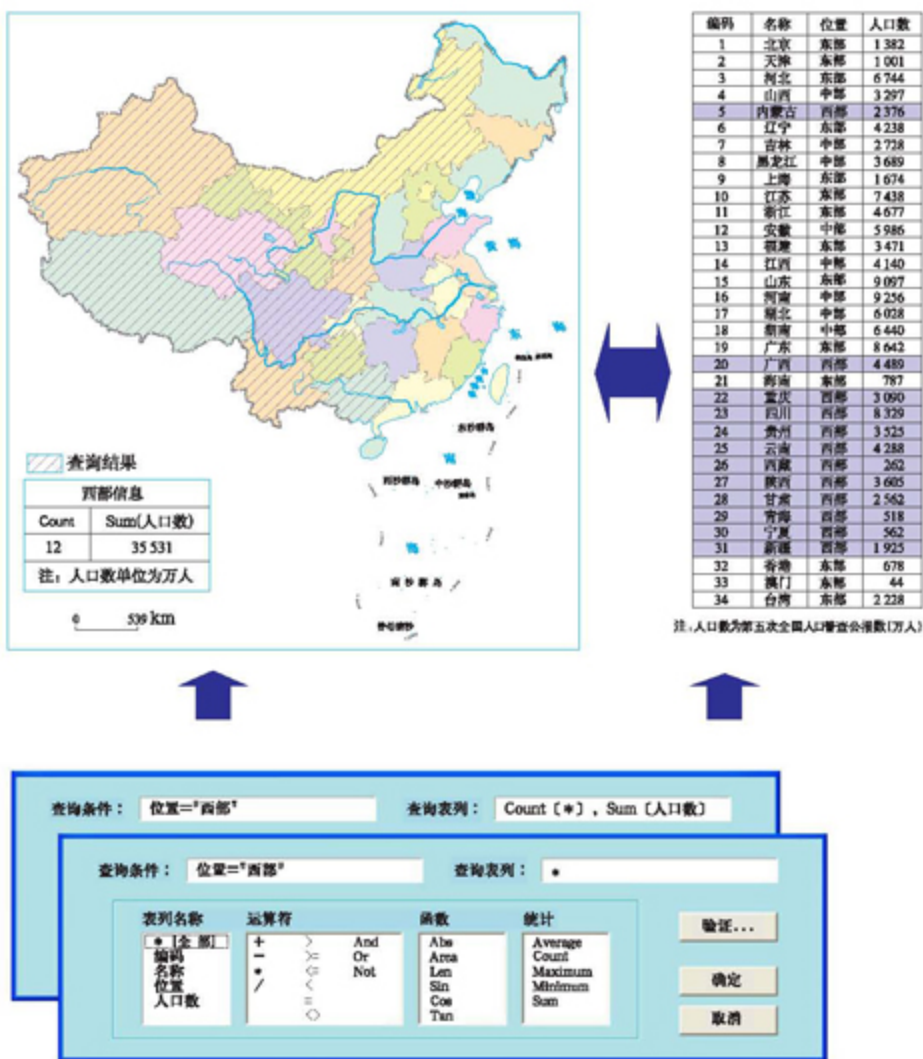


图 5.19 查询中国西部省区人口信息



活动

在中国省区图上，打开行政区图层，查询东西部省区人均 GDP 信息，并比较东西部的经济发展水平。

GIS的常见空间分析方法有以下几种。

1. 缓冲区分析

缓冲区分析是指在表示地理事物和现象的点、线、面周围，自动建立一定距离的区域，用以识别这些地理事物和现象对邻近对象的影响范围。缓冲区分析包括点的缓冲区分析、线的缓冲区分析和面的缓冲区分析(如图5.20)。它是解决邻近度问题的空间分析工具之一。例如，确定大型商场的服务区域、土地开发成本与离交通线远近的关系、以及污染的水源对周围地区的影响程度等。

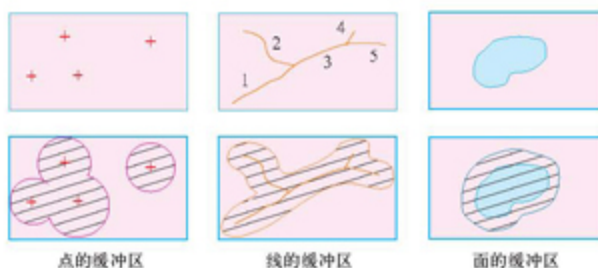


图 5.20 缓冲区分析

案 2 例

缓冲区分析在确定南京市道路交通便利程度中的应用

江苏省南京市在开展城镇土地定级估价工作中，应用缓冲区分析方法来确定城市道路的交通便利程度。该城市主城区共有主干道103条，次干道55条。道路数据如表5.1所示。

表 5.1 城市道路数据

道路名称	坐标	路宽(m)	机动车流量(辆/小时)	非机动车流量(辆/小时)	人流量(人/小时)
中山路	X_1Y_1, \dots, X_nY_n	38	4 459	83 689	9 386
长江路	X_1Y_1, \dots, X_nY_n	35	3 118	22 416	4 150
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

通过对各项数据的计算和分析，确定道路的最大影响范围是1 000米。根据距离道路越近、交通便利程度越高的原理，将道路的最大影响范围划分为10等份，作为道路的10个缓冲区，分别代表道路交通便利程度的10个等级。

在GIS软件中对南京市进行道路缓冲区分析，评价南京市道路交通便利程度，得到图5.21。从图5.21可以看出，上海路北段、中山东路东段缓冲区颜色偏红，交通便利程度较高，有利于

客流和货流；其他道路交通便利程度较低。

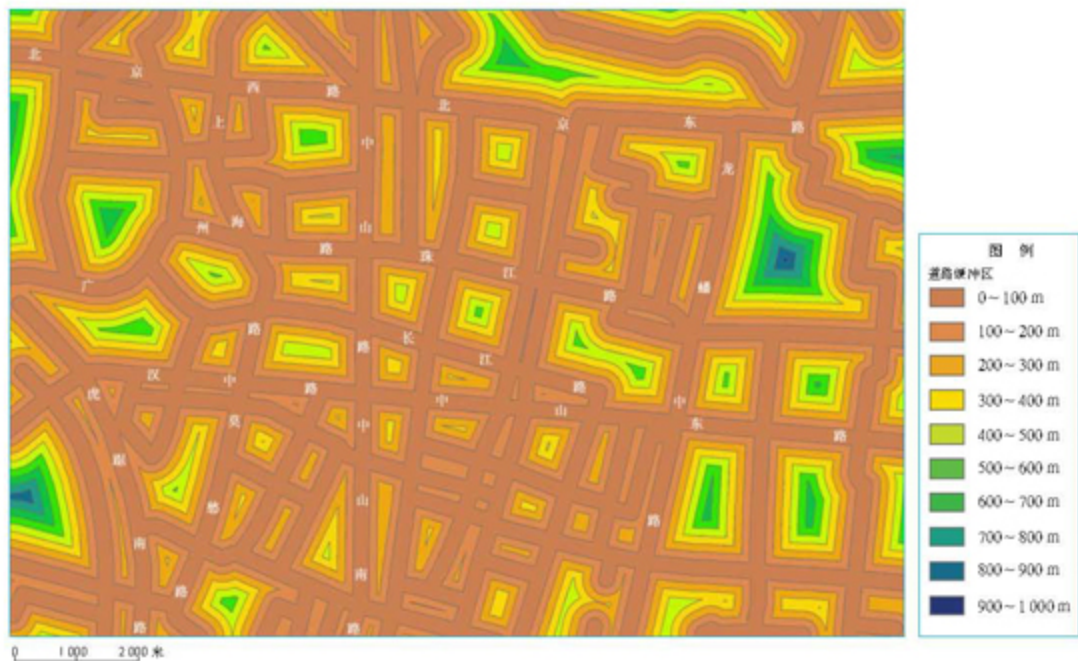


图 5.21 南京市道路缓冲区分析

2. 叠加分析

叠加分析是GIS用来查询空间具有的多种属性信息的手段之一。它将同一地区两种地理事物和现象的图层进行重叠对比，产生新的空间和属性数据的组合。这种组合可用于确定同时具有多种地理属性的分布区域，并用来进行不同区域属性特征的统计分析，例如某个行政区域的森林覆盖面积、河流密度、农作物种类和分布等（图 5.22）。

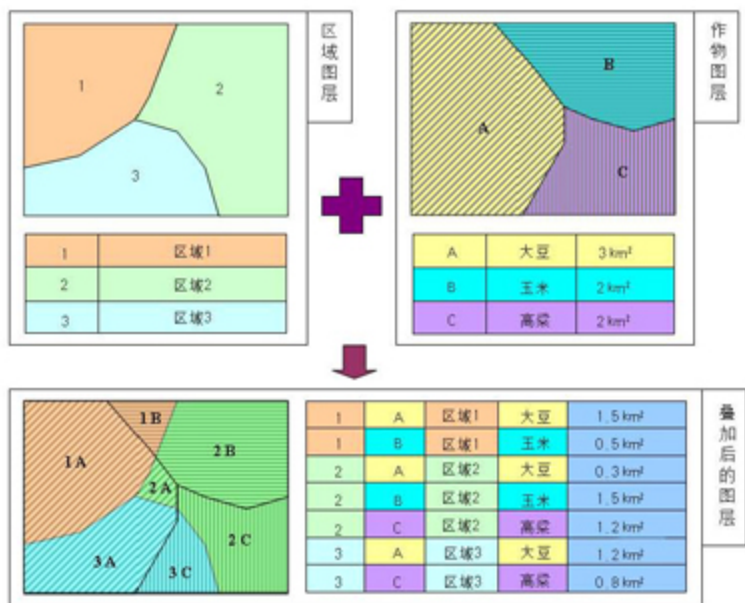


图 5.22 叠加分析

案 3 例

叠加分析在确定区域车辆通行能力中的应用

某地区进行交通建设规划，需要分析区域的地质地形条件，作出车辆通行能力的预测分析。根据地基土壤类型承载力越大、地形坡度越小，则车辆通行能力越强的原理，选择坡度图和土壤图作为叠加分析的两个原始图层（图 5.23）。

将车辆的通行能力划分为容易、一般和困难三个等级。确定叠加分析车辆通行能力的基本方法：平坦+岩石→容易、平坦+砂土→容易、中等+黏土→一般、中等+砂土→困难、中等+岩石→困难、陡峻+岩石→困难、陡峻+砂土→困难、陡峻+黏土→困难。将两个原始图层叠加分析、综合，即得到车辆通行能力图（图 5.24）。



1.平坦 2.中等 3.陡峻
a 坡度图



1.岩石 2.砂土 3.黏土
b 土壤图

图 5.23 叠加分析的原始图层



1.容易 2.一般 3.困难

图 5.24 车辆通行能力分析结果图

3. 数字地形模型分析

地形起伏通过一系列高程点的数字表示，称为数字高程模型（DEM）。它是一种栅格形式的地理数据，可为数字地形分析提供重要的基础性数据和方法。例如，利用 DEM 可以在 GIS 软件中自动生成地形图上的等高线，确定区域任意点的地面高程，计算一定范围内的地形坡度、坡向和表面积，自动绘制地形剖面图和透视立体图，以及进行地表形态的自动分类等。

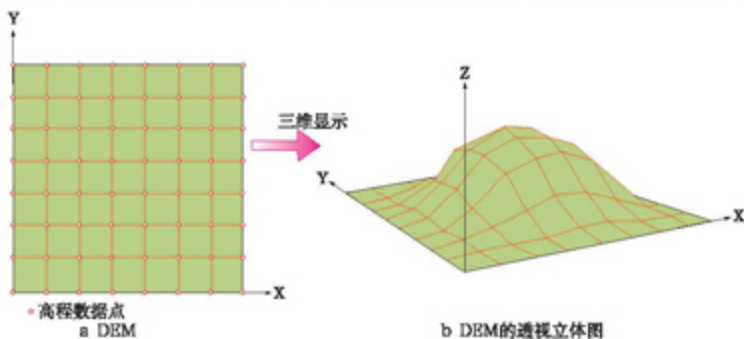


图 5.25 数字高程模型

制图与产品输出

制图与产品输出是指将GIS的空间查询或空间分析结果，在绘图仪、打印机等输出设备上输出。GIS产品的主要表现形式有各类地图、影像图、统计图表以及其他形式的数字产品。其中，专题地图是GIS产品的主要表现形式，也是最有特色的产品。

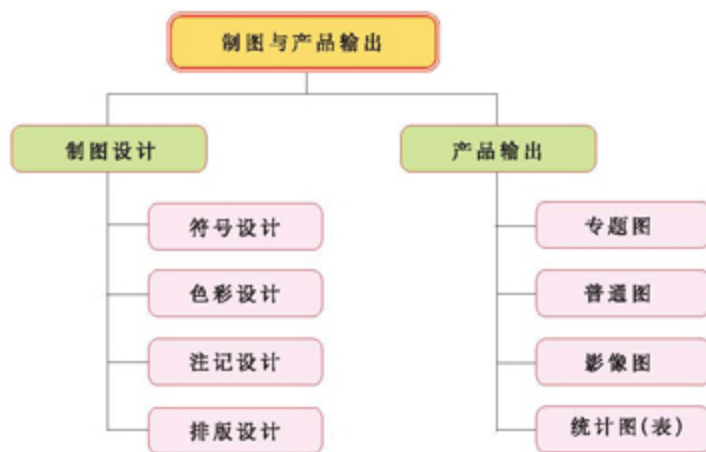


图 5.26 GIS制图与产品输出功能

用GIS软件创建专题地图过程如下。

1. 打开地理底图

在GIS软件中选择打开合适的地理底图，根据需要选择底图内容。

2. 选择专题地图类型

选择所要生成的专题地图类型，如直方图、饼图或范围图等。

3. 选择地图的专题变量

选择制作专题地图所需要数据的属性。例如人口增长图，专题变量的属性可以包括编码、名称、人口增长（男）、人口增长（女）以及总人口数等。

4. 设置图例样式

在图例窗口中，定义地图符号的大小、数量和分类分级方法以及颜色等。直到获得符合视觉效果并能反映客观规律的专题地图图例样式。

5. 输出专题地图

在GIS软件中进行专题地图的排版设计，然后通过绘图仪或打印机输出一幅专题地图。图5.27是一幅中国各省区人口增长图的创建过程。

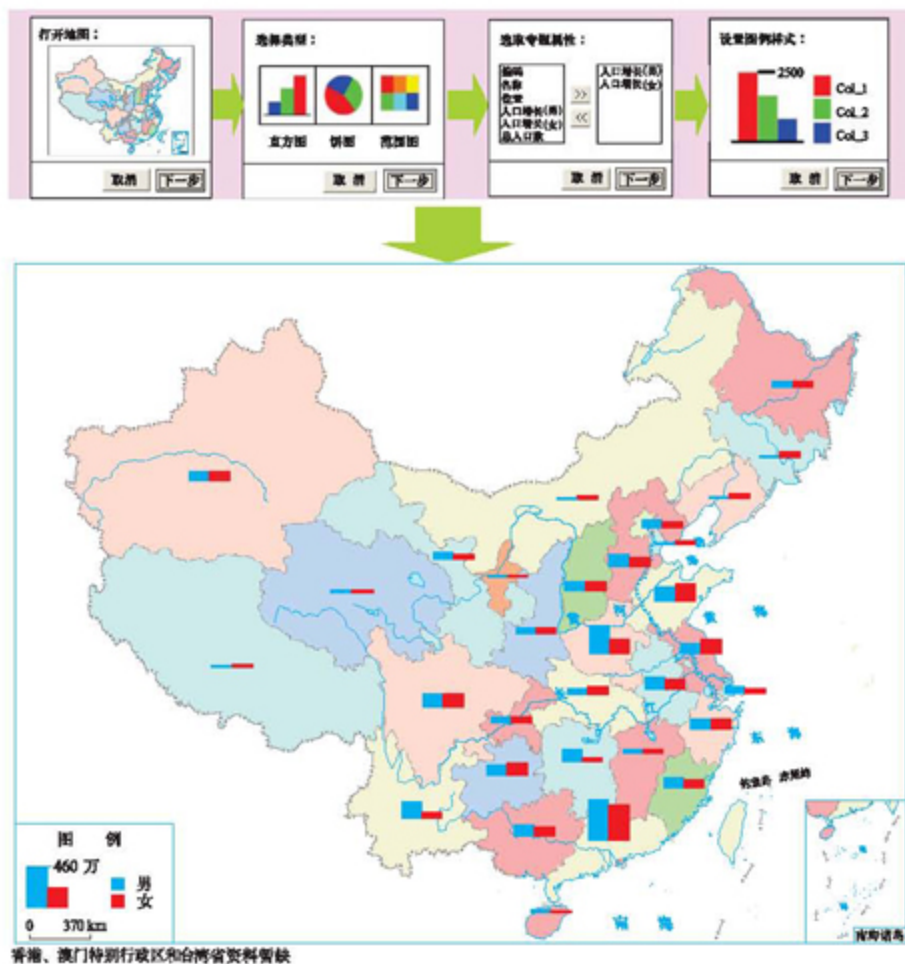


图 5.27 中国各省区人口的增长 (1987~2003年)



思考

1. 根据图 5.27, 思考中国各省区人口增长的特点。
2. 根据 GIS 的基本功能, 试设想 GIS 能解决哪些问题, 可以应用于哪些领域。



活动

根据下面空间数据和属性数据, 用 GIS 软件制作和输出专题地图。

空间数据: 中国政区图

属性数据: 1997 年、2003 年中国分省人口统计数字

地图类型: 用直方图表示的中国人口分布图



GIS数据库是按特定的数据组织方法，通过地图数字化建立起来的。GIS数据库可为政府管理、公众生活服务以及科学研究和国防应用提供数据保障。

GIS数据库的数据组织方法

GIS数据库是在一般事务数据库的基础上发展起来的，是GIS的重要组成部分。一般事务数据库可以有组织地在计算机中存储用户的数据，但是，这种数据主要是属性数据，通常以表格形式存储和管理（表5.2），没有空间概念。

表5.2 学生情况数据表

学号	姓名	性别	年龄	...
01	张爱国	男	18	...
02	李慕华	女	17	...
03	王敬夏	女	17	...
...

与一般事务数据库不同，GIS数据库存储的主要是地理事物和现象的定位数据和属性数据，并且具有非常复杂的结构。

存储在GIS数据库中的数据量往往大得惊人，即使是一个小区域的数据库，其数据量可能达几十个GB（1GB=10⁹字节）。如果加上遥感影像数据，可能达几百个GB，因此，有人比喻为海量数据。为了高效地管理海量数据，需要将它们按照一定的方法划分为不同的单元分别存储，以保证每个单元具有较为合理的数据量和较高的数据存取效率。在GIS数据库中，一般采用横向按图幅和纵向按图层两种数据组织方法。

（一）按图幅的数据组织方法

按图幅的数据组织方法是将要建立GIS数据库的区域按照要制作的地图幅面的大小划分为若干单元，然后将这些单元的数据分别存储（如图5.28）。

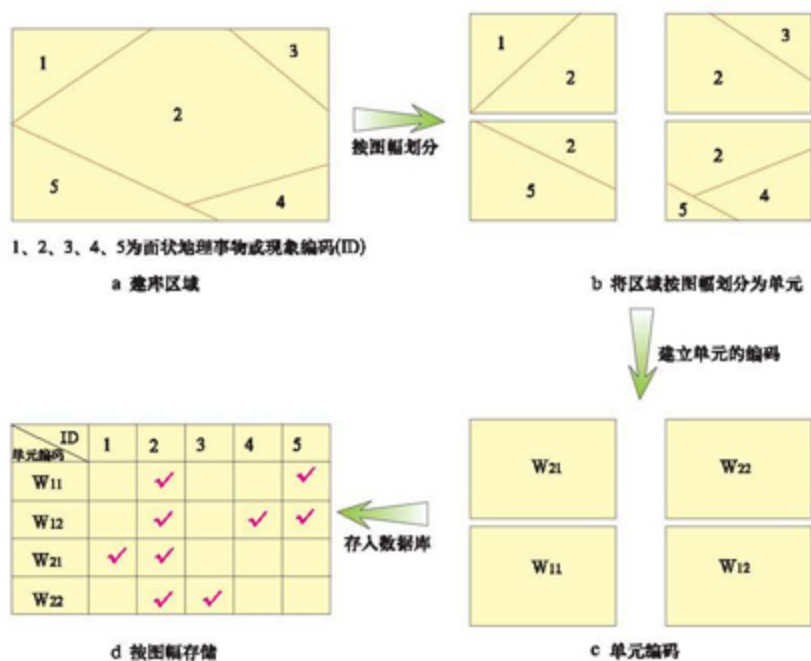


图 5.28 按图幅的数据组织方法

(二) 按图层的数据库组织方法

按图层的数据库组织方法是在上述每个图幅存储单元里,将地理数据按照属性类别划分为不同的图层,分层组织、存储数据(如图 5.29)。

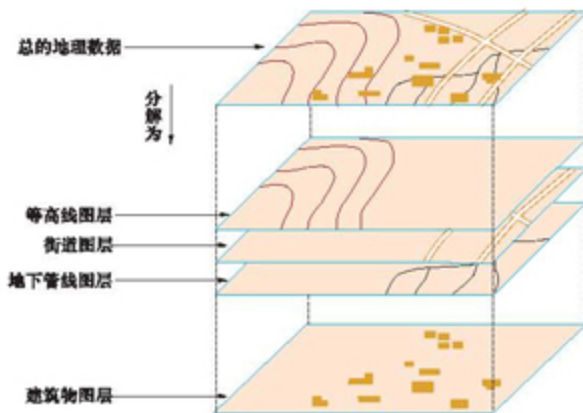


图 5.29 按图层的数据库组织方法

案 4 例

在 GIS 软件中改变普安县及其周边地区地图的图层显示

普安县及其周边地区地图（图 5.30）共有 10 个图层（表 5.3），利用 GIS 软件改变图层的显示，操作步骤如下：

表 5.3 图 5.30 数字地图的图层示例



图 5.30 普安县及其周边地区地图

图层编码	图层名	数据类型	地图符号颜色
01	县界	线状	紫
02	县城	面状	橙
03	公路	线状	橙
04	双线河	线状	淡蓝
05	单线河	线状	深蓝
06	湖泊	面状	淡蓝
07	山峰	点状	黑
08	县城驻地	文字注记	黑
09	河湖名称	文字注记	深蓝
10	山峰名	文字注记	黑

1. 选择并打开普安县及其周边地区地图文件；
2. 用鼠标点击县界图层，显示县界图层（图 5.31）；
3. 用鼠标点击县城图层，显示县城图层（图 5.32）；
4. 同理，点击其他图层进行显示，如公路图层、双线河图层等；
5. 按下鼠标左键，选中需要调整显示顺序的图层，将其拖至合适的显示顺序位置，松开鼠标，改变图层的显示顺序。



图 5.31 县界图层显示

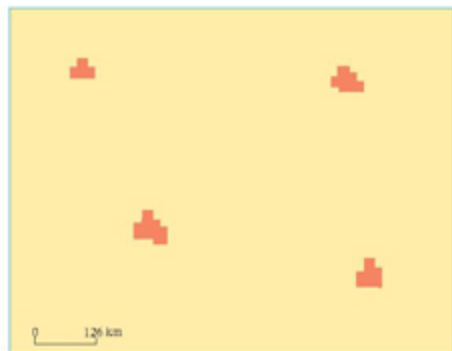


图 5.32 县城图层显示



思考

1. 什么是GIS数据库？它与一般事务数据库有哪些不同？
2. 为什么要将地理数据横向按图幅和纵向按图层组织管理？

GIS 数据库建立的方法之一——地图数字化

利用GIS软件进行地图数字化是建立GIS数据库的一种常用方法。地图数字化一般按下面步骤进行。

(一) 安装、连接与设置数字化仪

数字化仪是一种专用的矢量数据输入设备。将数字化仪通过数据线与计算机连接，选择数字化仪的数据传输速率和分辨率等。

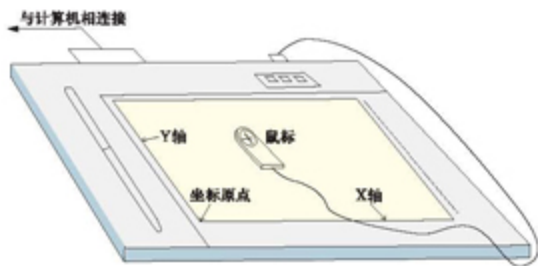


图 5.33 数字化仪示意

(二) 准备要数字化的地图

将要进行数字化的地图上的图形描绘清晰。在图上选择已知精确坐标的点位作为控制点（至少要4个点），把地图贴在数字化仪平台上。

(三) 设置数字化参数

在GIS软件中设置数字化地图的比例尺和控制点的理论坐标值等。

(四) 数字化图幅控制点的坐标

移动数字化仪的鼠标，使鼠标十字丝中心对准控制点，按键输入该控制点的实际坐标数据。移动鼠标到其他控制点，直至取得所有控制点的坐标。

(五) 数字化一个图层的图形

移动鼠标，跟踪某图层上的图形，采集该图层各个图形的坐标。

(六) 坐标数据的编辑处理

在GIS软件中检查和改正数字化的错误，建立闭合多边形，并针对图形内容输入属性数据等。

(七) 继续数字化其他图层的图形

继续数字化其他图层，直至完成所有图层的数字化和编辑任务。

表5.4~表5.6是数字化图5.34所建立的数据表。

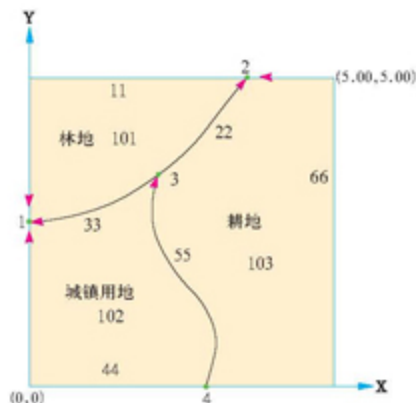


图 5.34 某地土地利用图

图中弧段的箭头表示数字化仪跟踪输入坐标的顺序和方向。

表 5 4 属性数据表

多边形编码	用地类型	弧段数	弧段列表
101	林地	3	11, -33, 22
102	城镇用地	3	33, -44, 55
103	耕地	3	-22, -55, 66

注：负号表示坐标数据顺序和数字化顺序相反。

表 5 5 拓扑数据表

弧段编码	左多边形	右多边形	始结点	终结点	坐标数	X, Y 坐标列表 (除结点外)
11	101	φ	2	1	3	(0.00, 0.00)
22	101	103	3	2	9	(2.31, 3.55), (2.51, 3.74)...
33	102	101	3	1	11	(1.93, 3.29), (1.74, 3.17)...
44	φ	102	4	1	3	(0.00, 5.00)
55	102	103	4	3	21	(2.97, 0.13), (3.02, 0.31)...
66	103	φ	4	2	4	(5.00, 0.00), (5.00, 5.00)...

注：“φ”表示“空”。

表 5 6 结点坐标表

结点编码	X 坐标	Y 坐标
1	0.00	2.63
2	3.54	5.00
3	2.11	3.42
4	2.92	0.00



活动

内容：一幅正式出版的中国政区图的数字化操作。

要求：数字化的图层内容应包括完整的国界及省界；长江、黄河；省、自治区和直辖市所在地的符号及其注记。

条件：根据具体条件进行分组，配备计算机和数字化仪。

GIS 数据库的应用

GIS 数据库可为政府管理、公众生活服务以及科学研究和国防应用等提供数据保障。

(一) 政府管理应用

政府管理应用包括城市公共设施管理、土地管理、交通规划、环境保护等。这些规划和管理所需信息的 80% 以上都与地理位置有关。

例如，要解决居民区的供水问题，首先要知道附近的供水管网的分布、供水管线的粗细以及现有管线负荷程度，然后确定是否需要铺设新的管线，如何铺设，与其他管线的交织情况等。这些工作都需要对 GIS 数据库进行显示和查询来实现（图 5.35）。



图 5.35 深圳城市管网分布

（二）公众生活服务应用

随着个人电脑与因特网的迅速普及，地理数据的应用已深入社会公众生活的方方面面，为居民生产、生活和出行提供了方便快捷的地理数据服务。例如，人们外出旅游，可以通过旅游网站查询到费用、时刻表、旅游线路、目标地的景点分布和服务项目等存储在 GIS 数据库中的

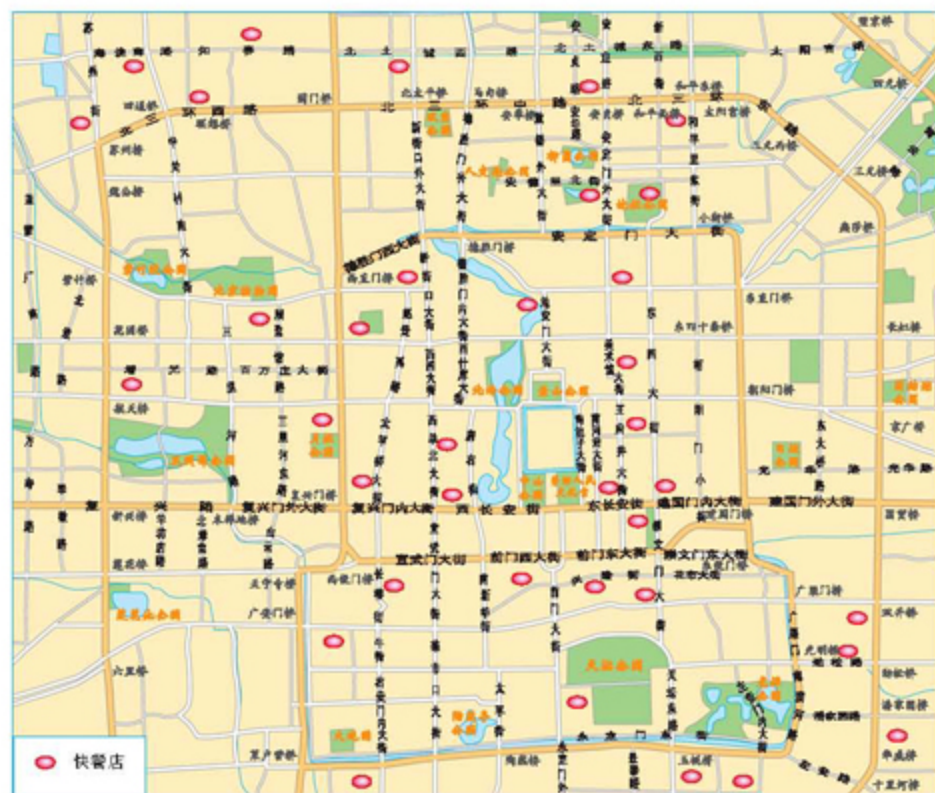


图 5.36 北京城区某快餐店的分布

数据。图 5.36 为北京城区某快餐店的数据库输出图，它为顾客的光顾和选择提供了很大方便。图 5.37 表示当发生交通事故时，GIS 救援系统利用道路数据库，可以迅速确定从交警大队到出事地点的最短路径，为急救抢险赢得时间等等。



图 5.37 交通事故救援分析

(三) 科学研究和国防应用

GIS 数据库在科学研究和国防建设上也有着广泛应用。例如，我国三峡库区的城镇搬迁研究，就是通过建立库区地形和生态数据库，在评估库区淹没损失及移民垦区的基础上确定的。又如，现代巡航导弹配有基于 DBM 数据库的数字地形保障系统，该系统具有地形测量与计算，绘制地图，进行地形坡度、交通、植被分析等多项功能，能够迅速地确定航行路线和选择打击目标，可为战时提供实时的地理信息保障。



自 20 世纪 60 年代世界上诞生第一个 GIS——加拿大地理信息系统以来，GIS 已从一门技术发展为独立的新兴学科。虚拟 GIS 和 WebGIS 是这门学科中的两个热门研究领域。

虚拟 GIS

虚拟 GIS 是虚拟现实 (Virtual Reality, 简称 VR) 技术与 GIS 的结合，是一种以地球为研究对象的虚拟现实技术，也是 GIS 的一个新兴分支。

虚拟现实一般是由软件 (三维物体建模)、硬件 (头盔式显示器、数据手套、三维鼠标等) 和参与者共同组成的一个人机交互系统。在该系统中，参与者可以通过多种感觉方式 (视觉、听觉、触觉等) 与计算机产生的立体影像进行交互作用。例如，可以在虚拟的立体场景中漫游、创建或移动虚拟物体等，其感觉和体验就如同在现实世界一样。图 5.38 是三维 GIS 与虚拟现实结合的实例，它既具有传统 GIS 的特点，如数据的存储、处理、查询和分析，又具有虚拟现实界面、空中漫游和交互功能。



图 5.38 GIS 与 VR 结合的三维显示与分析

利用虚拟GIS技术，可以建立三种虚拟交互操作方式。第一种是用户与由计算机创建的虚拟世界之间的交互（图5.39）。例如用于军事演示的虚拟GIS，用户除了在虚拟场景中行走运动外，还可以查询场景中虚拟的飞机、坦克等物体。第二种是通过虚拟世界实现用户与用户之间的交互（图5.40）。例如城市规划工作可以利用虚拟GIS建立虚拟城市模型，使多个设计师同时参与协同设计和规划工作。第三种是通过虚拟世界与现实世界之间的交互（图5.41）。例如，将虚拟GIS与智能控制设备相结合，远程操控机器人进行科学探险等。

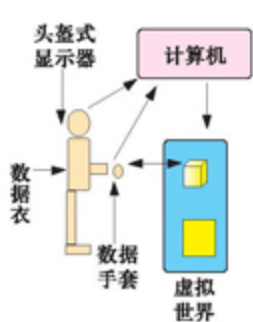


图 5.39 用户与虚拟世界交互

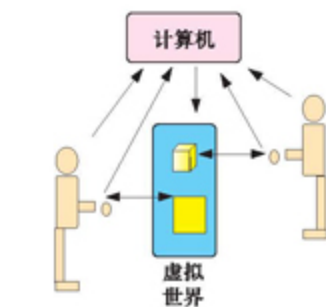


图 5.40 通过虚拟世界用户与用户交互

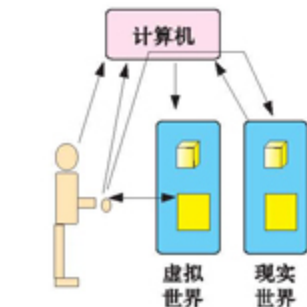


图 5.41 通过虚拟世界与现实世界交互

WebGIS

飞速发展的因特网 (Internet) 技术不但改变了人们的生活方式,同时也对GIS的进一步发展提出了新的要求。例如,如何以因特网来构建新一代的GIS系统?如何在因特网上发布供大众使用的地理信息?等等。这些要求促进了WebGIS的发展。图5.42是一幅从Web浏览器上获得的地图,在这幅图上,用户可以进行图形缩放、地理信息查询和打印输出等交互操作。

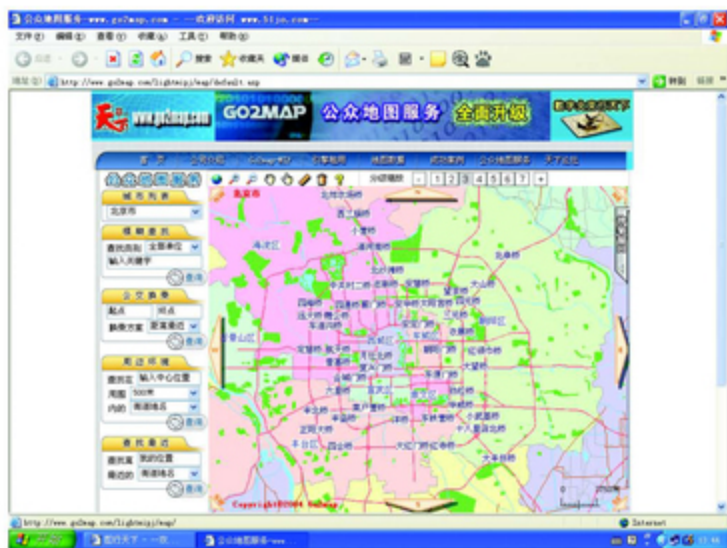


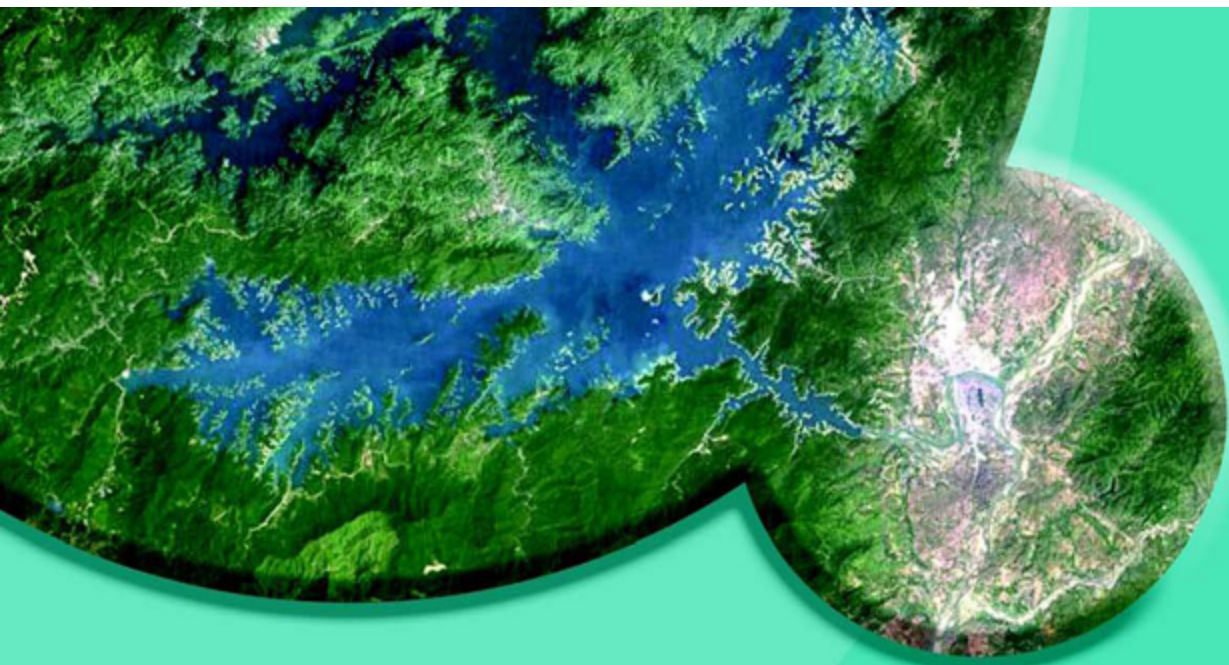
图 5.42 一幅从浏览器上显示的 WebGIS 地图

WebGIS是GIS和因特网技术相结合产生的一项新技术。它具有更广泛的数据访问范围、不需要配备昂贵的专业GIS软件以及操作简单等优点。只要使用通用的Web浏览器,用户就可以访问因特网上提供GIS数据服务的网站,例如Map Quest(<http://www.mapquest.com>)和图行天下(<http://www.go2map.com>)等,获得包括交通、旅游、餐饮、娱乐、房地产、购物等与空间位置有关的信息服务,使地理信息真正成为整个社会的共同财富,为人类造福。



活动

试从图行天下(<http://www.go2map.com>)网站,选择浏览1~2个你想去的中国大城市地图,查询宾馆、车站等设施,安排你去该城市旅游的路线和参观计划。



第六章

地理信息技术的集成应用与 中国数字地球建设

RS、GPS和GIS合称为3S。20世纪90年代以来，许多国家为了加强对资源开发和环境保护的系统调控，以可持续发展为目标，积极开展3S集成技术与应用研究。进入21世纪，“数字地球”成为我国的发展战略，其核心思想有两点：一是用数字化手段管理好地球，二是最大限度地利用信息资源。

【本章学习目标】

- 了解3S技术的综合应用。
- 了解数字地球的含义。
- 了解中国建设数字地球的实践。

【关键词点击】

3S技术 集成 应用 数字地球 数字城市 数字农业

- 中国政区图
- 索引图
- 中华人民共和国1:1百万地
- 图例
- 中国沙漠、沼泽分
- 中国植被分布图
- 中国地形图
- 中国水系分布图

第一节 3S 技术的集成及其应用



遥感、全球定位系统和地理信息系统是地理信息技术的三大组成部分，它们的结合和集成，形成了整体的、实时的和动态的对地观测、分析和应用系统，进一步提高了人类认识地球的能力，也为“数字地球”这一概念的提出奠定了基础。

3S 技术互补

在 3S 技术中，遥感具有快速采集地理数据的优势，为 GIS 提供多种类、多时相和大范围的地理信息源，也使 GIS 实现资源与环境动态监测以及数据库的实时更新成为可能；全球定位系统是地理事物和现象快速、精密定位的现代化工具，直接为遥感信息和地理信息的快速定位提供保证；地理信息系统则为遥感信息的处理、分析和应用提供技术支持，GIS 中存储的电子地图等信息可为 GPS 定位导航提供依据。3S 技术具有互补性，它们的有机结合，如同形成了“一个大脑，两只眼睛”的态势（图 6.1），即 RS 和 GPS 向 GIS 提供或更新区域信息以及空间定位，而 GIS 则提供相应的信息查询和智能化空间分析等重要功能。三者结合，构成相得益彰的现代地理科学的技术体系。

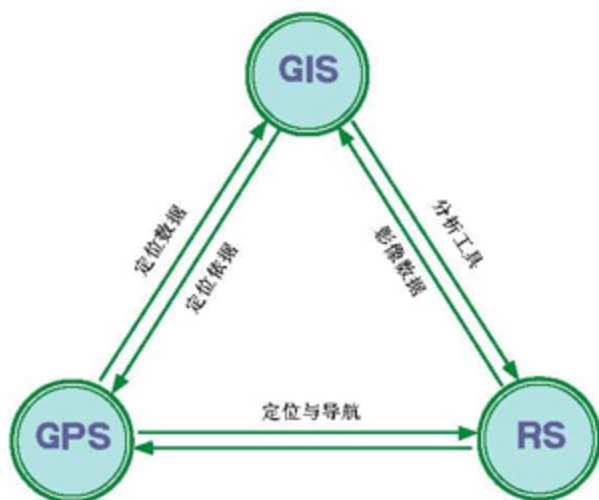


图 6.1 3S 技术互补作用

GIS 与 RS 的集成应用

在 GIS 和遥感的集成系统中，遥感数据是 GIS 的重要信息来源，而 GIS 则可以作为遥感图像解译和分类的强有力的辅助工具。例如，在遥感图像的处理中，需要利用 GIS 的控制点对遥感图像进行几何纠正。当一些遥感影像因为地形影响而发生几何变形时，也需要利用 GIS 存储的数字高程模型，进行纠正。在 GIS 的应用中，利用遥感影像，可以生成较高精度的数字高程数据。遥感数据也是 GIS 数据库更新的重要数据源。但是，GIS 数据主要是矢量数据，而遥感图像属于栅格数据，两者需要通过数据的格式转变，才能进行融合、叠加和应用。

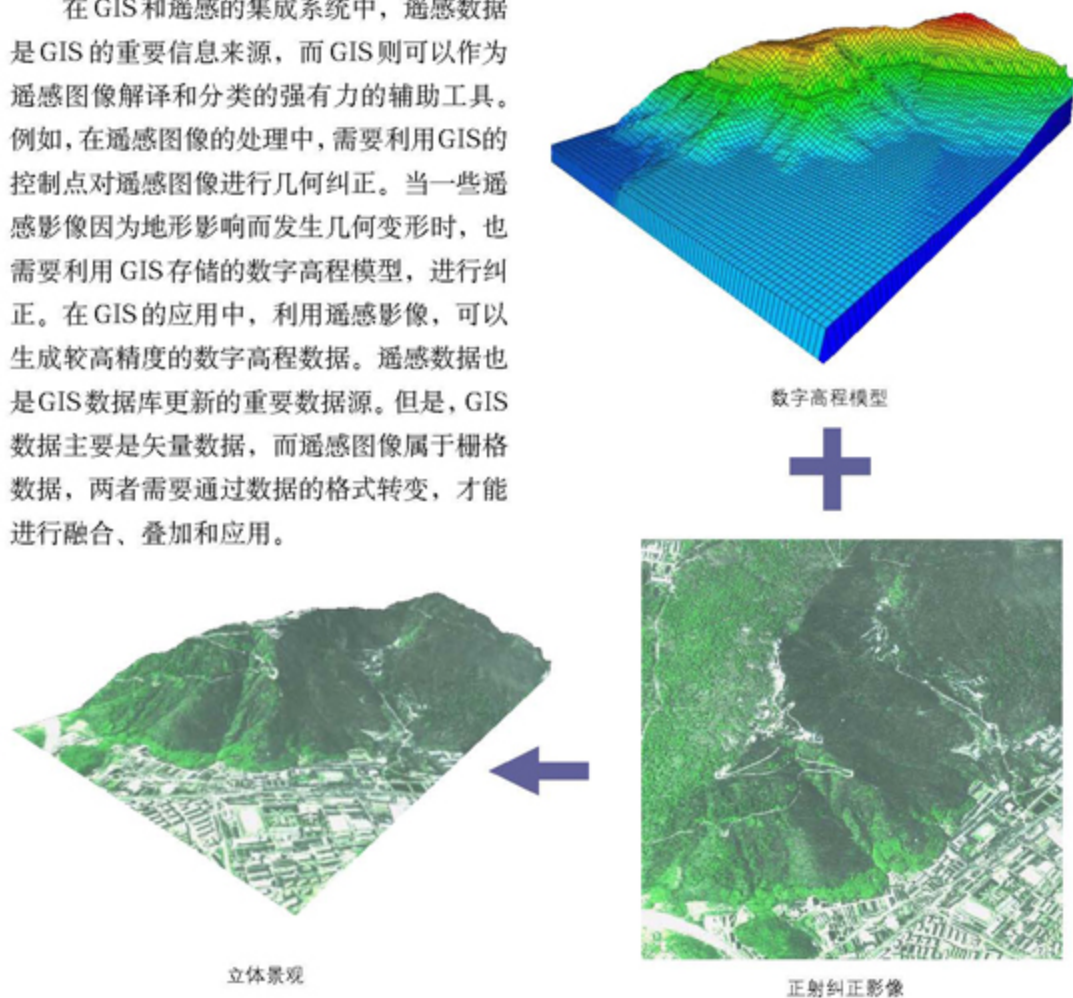


图 6.2 GIS 与 RS 数据的融合处理

案 1 例

GIS 与 RS 结合，在遥感图像分类中的应用

用作图像分类的原始图像为 1996 年获取的北京地区一景的多光谱图像 (图 6.3)。所用 GIS 数据库为 1996 年以前的北京地区 1:10 万土地利用数据库。

为便于对比分析，首先单独应用遥感图像处理软件，将图像分成水体、灌溉水田、水浇地、旱地、菜地、果园、林地、居民地等八类，分类的结果是：水浇地、灌溉水田等的分类精度较

高，而果园、林地等的分类精度较低。

针对以上分类结果，在GIS软件中选取土地利用和地形等高线作为参考图层，对遥感图像重新进行土地分类，得到的分类结果如图6.4所示。其中，旱地、果园、林地的分类精度分别提高到了69.8%、78.5%和91.8%。试验结果表明，遥感图像和GIS数据库相结合，土地利用分类的总体分类精度提高了11%，果园、林地的分类精度提高30%左右，精度提高效果显著。

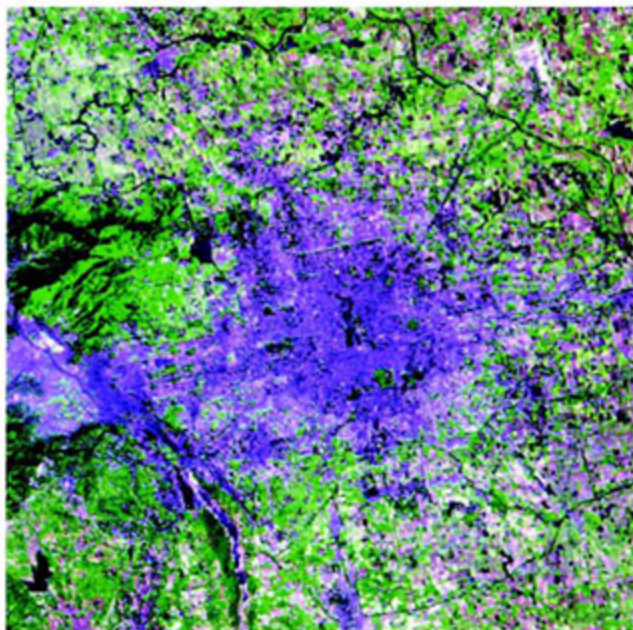


图 6.3 多光谱图像 (抽样显示)

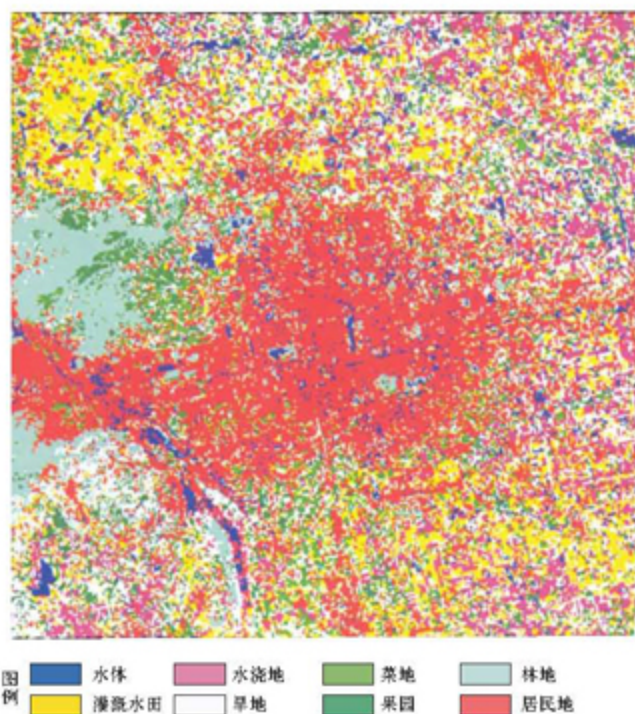


图 6.4 GIS与RS相结合的图像分类结果 (抽样显示)

GIS 与 GPS 的集成应用

GPS提供全天候、高精度和实时的坐标数据、运动速度和时间等信息。它与GIS结合能同时获得定位数据和属性数据，获取更为精确、快捷和可靠，能够快速确定突发事件的位置，因而被广泛应用于监控、救援、抢险和导航等领域。

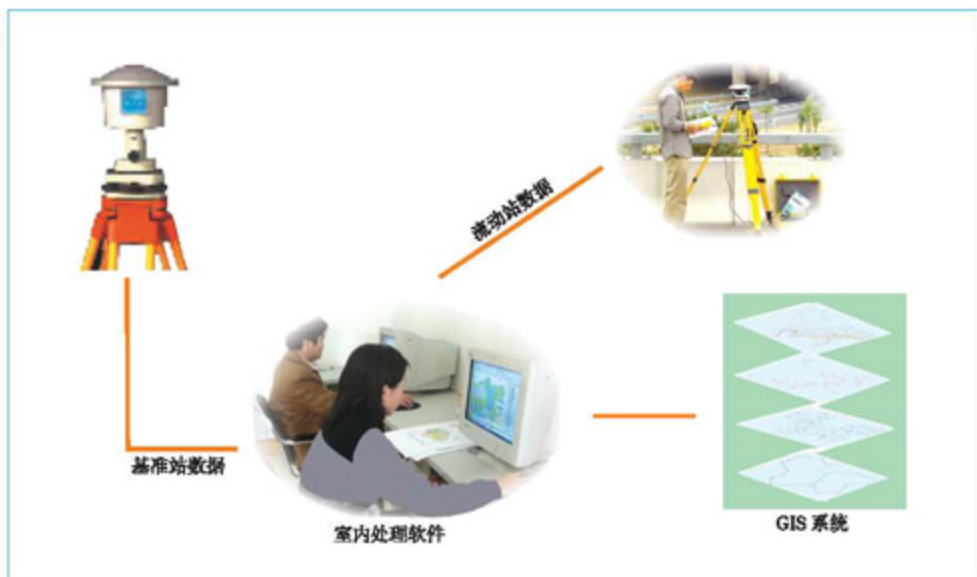


图 6.5 GPS 用于 GIS 数据采集流程

案 2 例

GIS 与 GPS 结合，在运钞车实时监控中的应用

湖北省黄冈市区域范围大，位处三省交界，无线电频率协调难，而且山地广，通讯死角多，因此，难以保证运钞车运输的安全。1994年初，中国人民银行湖北省分行黄冈支行，应用GIS与GPS相结合的技术，开发了运钞车卫星定位实时监控应用系统。该系统由配有GIS的控制中心、3个基准站（中继站）和配有GPS接收机的车载系统组成（图6.6）。控制中心在接到运钞车发回的位置数据后，可以确定其运行轨迹，并利用GIS分析工具，判断其运行是否正常，速度是否异常。如果情况异常，控制中心便及时采取应对措施。



图 6.6 运钞车实时监控系统结构



思考

3S 集成具有哪些优势？

第二节 中国数字地球的建设

中国数字地球是我国针对世界数字地球科技发展提出的信息化建设目标,包括数字城市、数字流域、数字农业等应用领域。它是3S技术最重要的应用方向,是我国实现经济、社会、科技等持续发展的重要保证。

中国数字地球

(一) 什么是数字地球

数字地球是美国提出的新概念。美国的数字地球指的是按照地理位置把地球上每一点的信息都存储在计算机里,人们可以通过因特网查找和显示所需要的任何信息。



阅读

美国的数字地球设想

美国前副总统戈尔于1998年1月31日在加利福尼亚科学中心发表的题为“数字地球——展望21世纪我们这颗行星”的演讲中,全面地提出了未来在美国建设“数字地球”的战略目标。戈尔设想,如果数字地球建成,一个女孩子来到数字地球博物馆(图6.7),她戴上一种头盔式显示器,就可以看见整个地球的遥感影像。她逐步放大影像,就能看清楚陆地、国家、城市,最后是街道、房屋等。她在数字地球上可以像阿拉伯神话中那样乘坐上一块“魔毯”,在虚拟的数字地形上飞行,到她想去的地方,了解感兴趣的各​​种信息。还可以穿越时空,回到某个历史时期,认识历史人物或探究恐龙的奥秘。

从美国的认识角度看,数字地球的建设是高新科技应用的结合,如计算数学、计算机仿真模拟、大规模存储器、高分辨率遥感影像、宽带的高速计算机网络、数据共享技术等等。数字地球的应用可以包括:外交谈判、打击犯罪、保护生物多样性、预报天气变化、增加农业的生产力等等。



图 6.7 数字地球博物馆

中国的科学工作者通过研究提出了中国特色的数字地球概念，即中国数字地球，认为它是对真实地球的数字化重现，是以多分辨率地球空间数据为基础，以高速计算机网络为信息通道，以虚拟现实为信息表现形式的现代化信息服务系统。



思考

设想通过数字地球未来能够完成哪些有趣的事情。

（二）中国数字地球的组成

中国数字地球由国家信息基础设施、国家地理数据基础设施和数字地球实验基地三部分组成（图6.8）。国家信息基础设施建设主要是建设宽带网络，实现电话网、有线电视网与因特网相连接。国家地理数据基础设施建设，主要是建设全国的基础地理数据库，以及各专业数据库，如数字地形、遥感影像、交通、水系、居民地等，它是中国数字地球的基础。数字地球试验基地建设，主要负责技术攻关和应用示范工作，以取得适合中国情况的数字地球技术。数字农业、数字城市等是中国数字地球的示范工程。



图 6.8 中国数字地球的组成

（三）发展中国数字地球的意义

中国数字地球是中国应对美国数字地球的战略挑战提出的相应建设方案。实现信息化是当前推动我国社会经济发展的主要目标和手段，数字地球是实现国家信息化的重要基础，是信息社会建设的主要方向。建设中国数字地球，占领科技发展的制高点，是中国实现跨越式发展的关键。中国数字地球将改变我们的生产与生活方式，推动科技和社会经济的更大发展。

数字农业

数字农业，又叫智能农业、精细农业等，是把数字地球技术与现代农业技术相结合的综合农业生产管理技术系统。目标是实现农业现代化、集约化。数字农业主要由基础数据库、农业监测系统、农业预测预报系统、农业遥控系统组成（图6.9）。

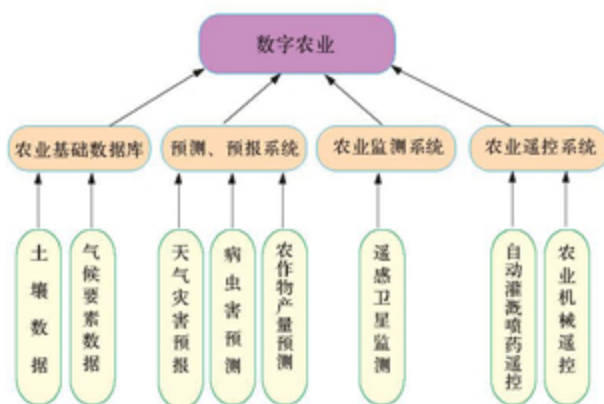


图 6.9 数字农业的组成



思考

家住农村的同学，请设想能为家乡建设数字农业做哪些工作，收集哪些有用的数据。

数字城市

数字城市，或叫数码港、智能城市等，是数字地球在城市中的集中表现。由于城市化与信息化已经成为我国21世纪社会发展的大趋势，数字城市必将成为信息社会的主要组成部分。数字城市的建设包括数字化、网络化和智能化三方面的工作（表6.1）。

表 6.1 数字城市的组成和实例

	组成	实例
数字化	城市基础设施	建筑设施、管线设施、环境设施、交通设施等。
	政府管理	各级政府、海关税务、地籍管理、公安消防、城市规划等。
	文教卫生	教育科研、医疗卫生、新闻出版、运动场馆、名胜古迹等。
	产业平台	制造业、服务业、信息产业、金融业、旅游业等。
网络化	三网连接	电话网、有线电视网与因特网实现互连、互通。
	数据处理平台	多种数据的融合与立体表达、仿真与虚拟技术。
	数据库与数据共享	多种数据的存储、管理、查询。
智能化	网上政务	网上办公、网络会议、信息发布等。
	网上商务	网上贸易、虚拟商场、网上市场管理等。
	网上社会	网上影院、网上银行、网上医院等。
	网上教育	虚拟教室、虚拟实验室、虚拟图书馆等。

数字城市将城市的基础设施、功能设施数字化，建立数据库，并用高速通信网络连接，实现网络化管理和调控。数字城市能够充分和高效地利用信息，使信息快速流动，不仅提高了对城市的管理效率，而且能大幅度提高生产和贸易效益，扩大生产规模，增加财富收入，提高服务质量，促进社会经济发展。



思考

城市里的同学，讨论数字城市可以怎样服务人们的生活。你能够创造性地提出数字城市新的用途吗？

本书相关网站

1. 中国公众科技网 <http://www.cpst.net.cn>

(科普教育部分全面介绍了电子商务、电子图书馆、电子银行、电子政务等内容。)

2. 中国地图出版社 <http://www.sinomap.com.cn>

(可以在网上浏览或下载部分地图。)

3. 国家遥感中心 <http://www.nrsc.gov.cn>

(科普园地全面介绍了遥感技术的发展现状、图像处理及用途等。)

4. 地理信息系统论坛 <http://www.gisforum.net>

(在GIS社区可以了解地理信息发展现状，下载地理信息技术软件，欣赏漂亮的贴图。)

5. 图行天下 <http://www.go2map.com>

(可以浏览全国大中城市网络地图，查询相关信息。)

6. <http://www.MapQuest.com>

(可以查询全世界几千座城市的机场、宾馆、邮局、饭店、学校和剧院信息。)

后 记

根据教育部制订的普通高中各科课程标准(实验),人民教育出版社课程教材研究所编写的各学科普通高中课程标准实验教科书,得到了诸多教育界前辈和各学科专家学者的热情帮助和大力支持。在各学科教科书终于同课程改革实验区的师生见面时,我们特别感谢担任教科书总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、王梓坤、梁衡、金冲及、白春礼、陶西平同志,感谢担任教科书编写指导委员会主任委员的柳斌同志和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾冷沅、袁行霈等同志,感谢担任学科顾问并审稿的陈述彭、陈尔寿、王恩涌、赵济、邬翊光、吴履平同志,感谢审图的马宗尧同志,并在此感谢所有对本套教材提出修改意见、提供过帮助和支持的专家、学者、教师和社会各界朋友。

我们还要感谢使用本套教材的实验区的师生们。希望你们在使用本套教材的过程中,能够及时把意见和建议反馈给我们,对此,我们将深表谢意。让我们携起手来,共同完成教材建设工作。我们的联系方式如下:

电话:010-58758665

E-mail: jcfk@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所
地理课程教材研究开发中心

谨向为本书提供照片的单位致谢

地理信息系统论坛(图2.5);高等教育出版社(图3.17);测绘出版社(图4.8);中国新闻图片网(图4.14);武汉测绘科技出版社(图6.3、图6.4)。