

经全国中小学教材审定委员会2005年初审通过

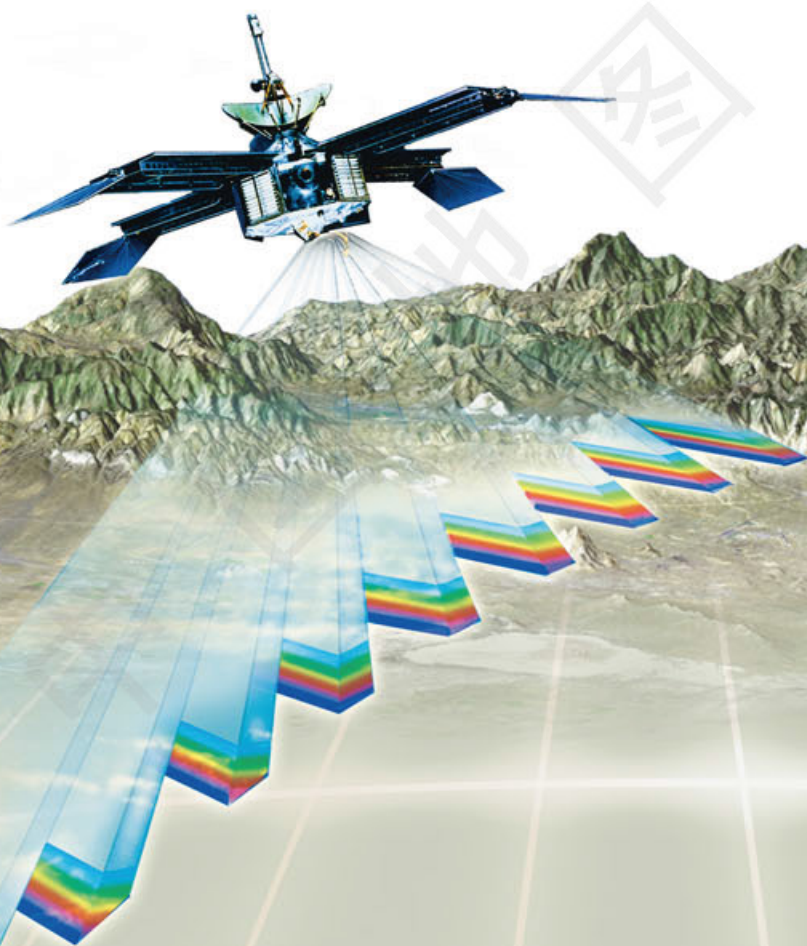
普通高中课程标准实验教科书

地理 选修7

地理信息技术应用

DILI XINXI JISHU YINGYONG

王民 主编



中国地图出版社

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

北京师范大学国家基础教育课程标准实验教材总编委会 组编



中国地图出版社

主 编 王 民
副 主 编 朱 良 田 忠
编 写 者 李红秀 周 娟 石龙宇 仁青措 黄丽华

责任编辑 周 涛 王 英
制 图 李星梅 贺湘京 张 霞
美 工 杨耀辉 徐海燕 赵培璧 叶 欣 李 伟
封面设计 李 伟
审 校 郑 琪 尹 鹄 李俊生 周 清
复 审 左 伟 胡志刚
出版审订 张桂兰

本 册 图 例

- | | |
|-----------------|---------------|
| ★ 中国首都 | —— 中国香港特别行政区界 |
| ◎ 中国省级行政中心 | —— 海岸线 |
| ○ 城镇 | —— 常年河 |
| —— 洲界 | —— 时令河 |
| —— 国界 | —— 运河 |
| —— 未定国界 | 淡 咸 湖泊 |
| —— 中国省、自治区、直辖市界 | |



目录

第一章 地理信息技术的发展	2
第一节 地理信息技术及其发展	4
第二节 地理信息技术的意义	11
第二章 地图和遥感	16
第一节 地图和地图投影	18
第二节 遥感的基本工作原理	24
第三节 遥感影像和地图	29
第四节 遥感应用	34
第三章 全球定位系统	42
第一节 GPS的基本工作原理	44
第二节 GPS的应用	52
第四章 地理信息系统	58
第一节 GIS的基本工作原理	60
第二节 GIS的基本功能	66
第三节 GIS的应用领域与发展趋势	74
第五章 地理信息技术的综合应用	80
第一节 3S技术的综合应用	82
第二节 数字地球和数字城市	86
主要词汇中英文对照表	94

课题

1 调查地理信息技术应用状况	3
2 根据遥感影像绘制简单地图	17
3 利用GPS调查本地区公交状况	43
4 建立全班同学基本情况数据库	59
5 畅想你心中的数字地球	81

案例研究

认识人类生存的星球	10
“数字北京”信息亭	14
墨卡托的答案	22
“9 11”事件前后世贸中心的遥感影像	27
了解遥感影像的分类处理	32
根据遥感影像了解北京的城市建设	39
GPS离我们多远吗	50
GPS与香港回归庆典实况转播	56
GIS在上海供电系统中的应用	64
GIS与退耕还林还草	73
城市公园分布是否合理	77
3S综合应用于抗洪救灾	84
数字中国的进展	92



第一章 ◆ 地理信息技术的发展



利用卫星、通信、计算机等技术手段，人们对赖以生存的地球有了更及时、全面、细致的了解。人类已从借助语言、文字、图形、图像模拟描绘地理环境的时代，开始进入以数字形式精确表达、以动态交互方式综合利用地理信息的数字地球时代。



主要内容

第一节 地理信息技术及其发展

- 5 地理信息技术
- 6 地理信息技术的发展

第二节 地理信息技术的意义

- 11 地理信息技术在国家建设中的意义
- 13 地理信息技术在现代生活中的意义

课题1 调查地理信息技术应用状况

地理信息技术是地理科学与信息技术相结合的产物，在保护环境、合理利用资源以及维护世界和平等方面正显示出越来越重要的作用。今天，随着信息技术的不断进步，人口、资源、环境等问题的日益突出，地理信息技术已广泛应用于工农业生产、防灾减灾、城市建设与管理、科研教育等各个领域，成为政府决策、工程规划设计、企业经营管理的有力工具。地理信息技术也广泛应用于日常生活，使人们能时时处处享受到它所带来的方便与快捷。

在这一章中，你将了解地理信息技术的基本内容、发展现状及其在生产 and 生活中的作用和意义。

课题目标 调查你所在地区地理信息技术的实际应用状况，了解地理信息技术的主要内容和功能。要完成这个课题的研究，你需要做好以下工作：

- ◆ 与同学合作，列举出地理信息技术的主要内容、功能和应用领域。
- ◆ 了解你所在地区的自然环境状况和社会经济发展现状，并大致了解地理信息技术在当地的应用状况。
- ◆ 根据你所在地区的实际情况，全班同学按应用领域或行业分成若干调查小组。
- ◆ 各小组与相关部门取得联系，并设计好调查方案，制订出行动计划。
- ◆ 详细调查了解各领域应用地理信息技术的状况，收集多种形式的素材，并作详细记录。

课题准备 预习本章内容，初步了解地理信息技术的含义，归纳出地理信息技术的主要内容和应用领域。

检查进度 在学完这一章的同时，也要完成这个课题的研究。为了按时完成课题的研究，应在以下各阶段检查研究进度。

第一节 第10页：概括地理信息技术的主要内容、功能和应用领域。全班同学分成若干调查小组，各小组与相关部门取得联系，并设计好调查方案，制订出行动计划。

第二节 第15页：实施调查，收集多种形式的素材，并作详细记录。汇总并整理调查资料，在此基础上写出所调查区域应用地理信息技术状况的报告。

总结 各小组将调查报告在全班交流，并进行充分讨论。在教师指导下，整理成你所在地区地理信息技术应用状况的综合调查和分析报告，尽可能提出在当地广泛应用地理信息技术的建议。

第一节 地理信息技术及其发展

探索

前进的足迹

人类对有关地理环境的各种信息的获取与记录,经历了从文字描述、图形描绘、野外考察、实地测量等传统手段到遥感测量、卫星定位、地理信息系统、数字地球等现代技术的漫长发展过程。

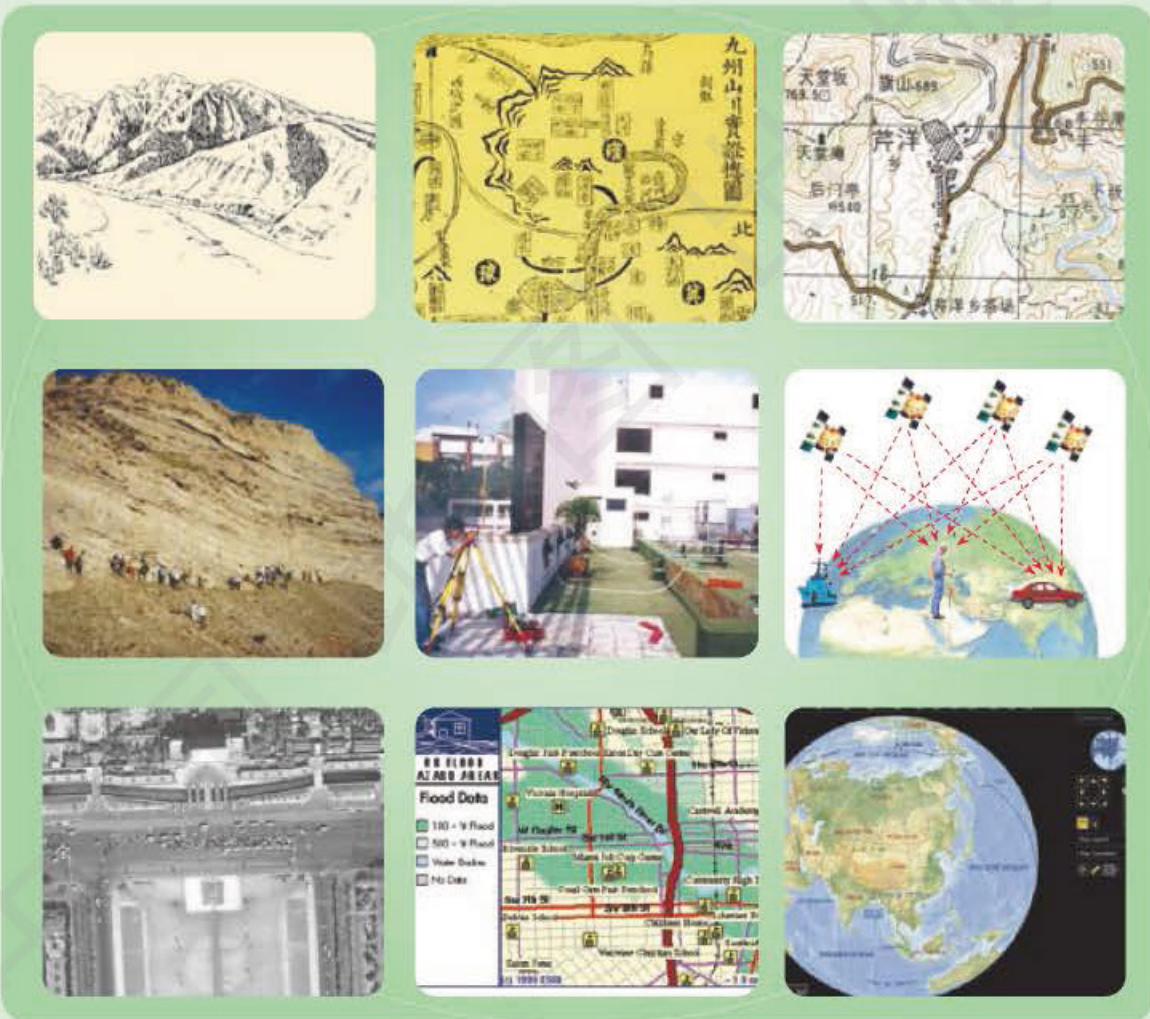


图1-1-1 对地理环境信息的获取与记录

思考 人类应观察记载地球表层的哪些事物? 如何交流、传播所得到的地理环境信息? 图中所表现的获取与记录有关地理环境信息的方式存在哪些差异? 传统手段与现代技术之间最本质的差异是什么?

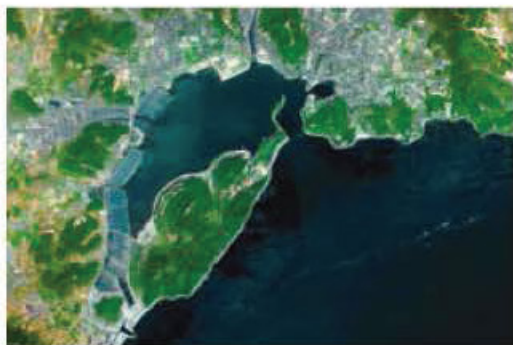
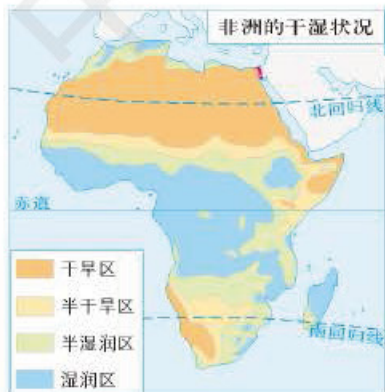
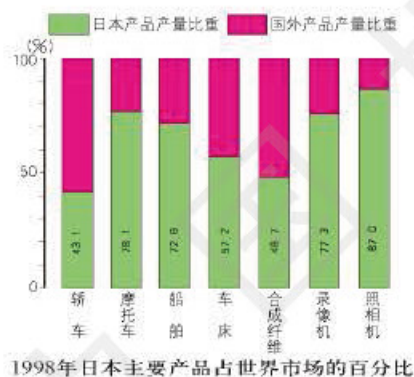
地理信息技术

我们学习和研究地理,了解我们生存的环境,都是从获取地理信息(geographic information)开始的。

地理信息 指与地理空间位置和空间分布有关的信息,如经纬度、海拔、人口分布特征等。地理信息包括相互联系的三个部分,即空间位置信息(spatial information)、事物属性信息(property information)和时间信息(temporal information)。空间位置信息确定事物在地理空间中的具体位置,事物属性信息表达事物的类别或性质,时间信息表示地理事物的时间变化或信息采集的时间。

地理信息传输的基本形式主要有口述、景观图、文字符号、观测数据、统计图表、实景照片、地图、实体模型,以及在现代计算机技术支持下的音频、视频、动画、遥感影像、地理信息系统和虚拟现实等。

获取地理信息的途径有很多,一般可以归纳成两大类:一类是通过野外观察、调查访谈、实地测量等得到原始的第一手资料,这是最客观、最重要的地理信息来源;另一类是通过各种媒介间接地获取他人已有的成果,即第二手资料,如书刊、论文、影像、地图、图表、统计资料等。



学习指南

- ◆ 地理信息的特点是什么?
- ◆ 地理信息技术的核心技术有哪些?
- ◆ 地理信息技术发展的特点是什么?

提示 在学习过程中,把握地理信息的空间特性,理解现代地理信息是以数字化形式被存储、处理和传输,并在信息的获取、管理和应用上开始了从人工模拟向数字智能转变的特点。

图1-1-2 获取地理信息的途径

听他人描述,去野外调查和写生,读遥感影像和地图,看统计图表,都可以获取大量地理信息。

地理信息技术 (geographic information technology) 指获取、记录、加工、管理、传播地理信息的各种技术手段。在人类社会的发展过程中,人们创造了多种获取、记录和传播地理信息的方法,如野外考察、测绘、地图编制及复制、地理数据统计与分析等。人们通过这些方法获取必要的地理信息,并在此基础上判断、解释及预测地理现象,研究并创建地理学的各种理论。

图1-1-3 获取与记录地理信息的传统方法
左为野外考察,右为地图编制。



随着计算机、通信和航天技术的发展,地理信息技术逐渐成为采集与应用地理信息的主要手段,包括对自然、经济、人文、社会等地理信息以数字形式进行采集、加工、管理、传播和应用的多种技术手段,其核心技术包括遥感(Remote Sensing,简称RS)、全球定位系统(Global Positioning System,简称GPS)、地理信息系统(Geographical Information System,简称GIS)。遥感和全球定位系统主要用于高效率地获取地理信息,地理信息系统则主要承担对地理信息的管理、分析和应用,三者各有所长,相互之间又密切联系。

在对地理信息的管理、分析和应用方面,网络(network)技术和虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)技术也发挥着重要的作用。网络技术使地理信息的共享、传播和应用更加方便快捷。虚拟现实技术借助计算机和特定的辅助设备,能够模拟真实的地理环境,使人仿佛置身于现实世界,从而实现了人对地理信息的三维可视化和在虚拟地理环境中的交互式操作。

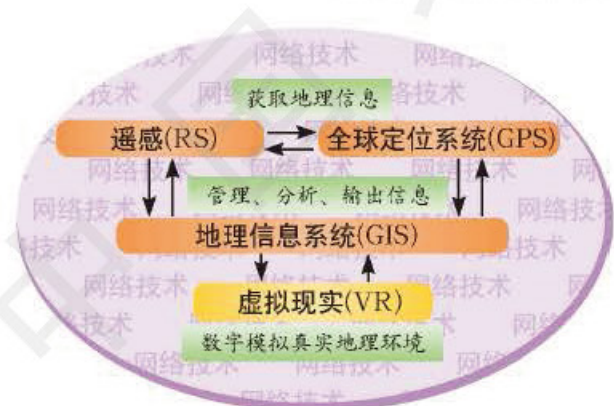


图1-1-4 地理信息技术的构成

地理信息技术的发展

地理学的研究源于人类对自身生存环境的观察与记录。追溯地理学的发展历程,每一个重要的历史阶段,地理学的研究都与地理信息技术的发展密切相关。

实地考察、图文描绘 从古埃及人对土地的量测，古希腊学者对地球周长的计算，到中国郑和下西洋以及始于15世纪末的“地理大发现”，人们获取和记录地理信息的手段尚处在发展的最初阶段，主要通过对地理环境的实地考察和简单观测来获取地理信息，通过文字记载和地图绘制来记录与传播地理信息。

阅读



早期获取与记录地理信息的方法

古希腊地理学家埃拉托色尼通过长期观测，用几何公式推导出了地球的圆周和半径。古希腊学者托勒密在《地理学指南》这部巨著中，对地图的数学基础作了细致探讨，研究了如何确定地理位置的问题。指南针和罗盘的应用，使测定地理事物的方向和角度有了正确的依据。中国古代地图学家裴秀创立了中国最早的地图编制理论“制图六体”，并绘制了著名的《禹贡地域图》。



图1-1-5 早期获取与记录地理信息的方法

上为中国早期的指南针——司南，左为托勒密在公元2世纪绘制的世界地图。

实测成图、准确记录 欧洲文艺复兴后，科学技术取得了巨大进步，新的观测仪器不断发明，旧的观测仪器也得到改进，如望远镜的发明、平板仪和经纬仪的改进等，使人们对地理环境有了更详细、更精确的了解和记录。

阅读



测量技术的发展

17世纪以前，人们使用简单的工具测量距离，如中国的绳尺、矩尺等。1617年，荷兰人首创三角测量法，用以测量弧度、距离和角度。此后，为了满足国家管理及军事的需要，三角测量技术被大规模应用到地形图测绘等工作中。19世纪，摄影技术和航空技术的相继发展，促成了航空摄影测量方法的产生。从此，对地表景观的真实记录形成了从直观近景到高空俯视一系列准确高效的地理观察新模式，极大地提高了地理信息的获取与记录能力。

太空观测、数字化分析 进入20世纪,计算机的出现及高速发展,使地理学的研究方法和技术手段发生了革命性的变化。数学方法被广泛应用到各种地理信息的处理、分析和表达中,使人们能够以精确的定量描述来补充定性描述的不足,通过建立数学模型实现对地理过程的模拟和预测。

● **遥感技术的发展** 1957年,世界上第一颗人造地球卫星升空,标志着人类进入了太空时代。1968年,美国“阿波罗”8号宇宙飞船发送回人类从太空拍摄到的第一幅地球影像。从此,人类开始以全新的视角重新认识我们赖以生存的地球。

此后,各主要航天大国相继研制出各种以对地观测为目的的遥感卫星,如美国的Landsat系列、法国的SPOT系列等,使遥感探测由可见光波段,发展到紫外线、红外线、微波等多波段,极大地拓展了人类的空间视野及感知范围,实现了从航空遥感向航天遥感的跨越。遥感技术的飞速发展,使得它在地表环境监测、资源勘查、农业生产、国防军事等领域的应用更加广泛而深入。

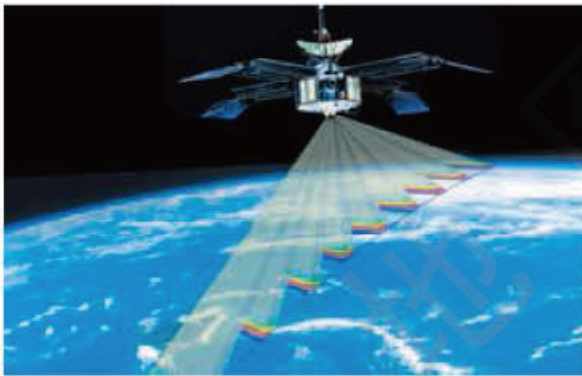


图1-1-6 卫星遥感



图1-1-7 亚洲部分区域的卫星遥感影像

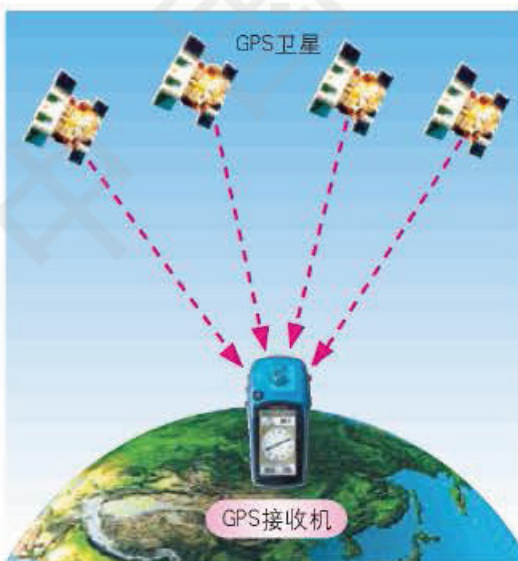


图1-1-8 全球定位系统的应用

● **全球定位系统的产生和发展** 人造地球卫星技术等空间技术的发展,促成了全球定位系统的产生。借助环绕地球的GPS卫星星座,人们可以在任意时刻方便、准确地获取自身的位置信息。GPS作为一种先进的定位和导航手段,已经融入国民经济建设和社会发展的各个领域,显示出广阔的发展前景。

● **地理信息系统的产生和发展** 随着计算机技术的发展以及数字化、自动测量和自动绘图等设备的不断完善,地图编制与生产逐步转向了基于数字的计算机辅助制图。计算机地图制图技术的出现,使地理信息的记录与展示进入了高效、

多维、动态、交互的数字时代。计算机的应用，使各种地理信息的数据以惊人的速度汇聚积累。因此，人们开始注重空间分析方法的开发与应用，研究出特定的地理空间数据处理功能模块，并借助计算机地图制图技术和数据库管理技术，使其发展成为集空间数据获取与管理、处理与变换、查询与分析、显示与输出于一体的地理信息系统。随后，地理信息系统的应用领域迅速扩大，从宏观决策、区域规划到国防军事、资源管理，从环境保护、灾害防治到城市管理、社区服务，几乎渗透到人们生活的方方面面。

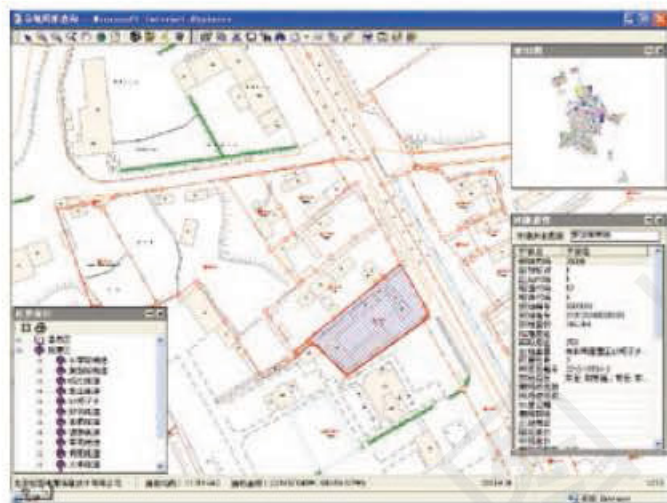


图1-1-9 GIS应用于土地资源管理

● 3S技术的综合应用 进入21世纪，地理信息技术已发展成为以遥感技术、全球定位系统、地理信息系统为核心的对地观测与综合分析3S(RS、GPS、GIS)集成系统。

随着3S技术的发展，人们正在以数字方式将整个地球描述表达在计算机网络中，创建一个具有多种分辨率、多项内容、多时相及多功能的三维海量地球数据集，这就是“数字地球(Digital Earth)”。有了它，我们足不出户就可以探测遥远地区的未知世界，同时把遥远的未知世界虚拟呈现在小小的屏幕上。例如，我们可以用鼠标随意转动一个虚拟的数字地球模型，纵览地球的全貌；也可点击任一区域并深入其中了解更详细的内容，如可通过依次点击，逐步深入中国、北京、天安门广场，并从不同角度观赏数字化的天安门城楼。



图1-1-10 多角度观赏数字化的天安门城楼

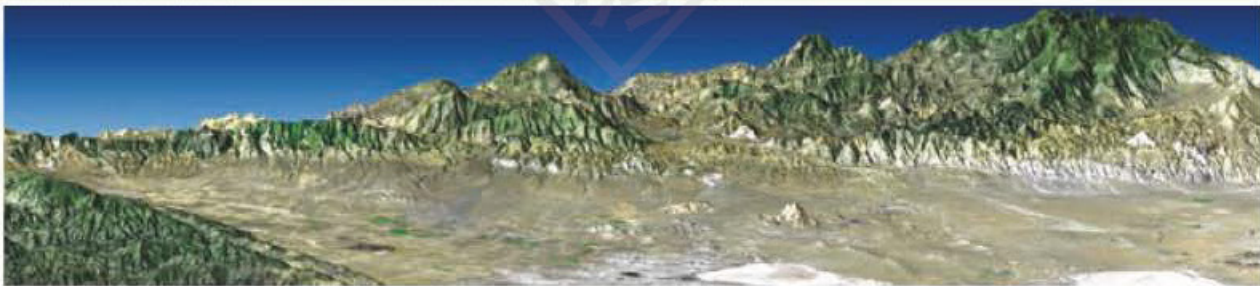
案例研究 认识人类生存的星球

从地球的时间和空间尺度看，一个人的生命活动几乎可以忽略不记。然而正是通过一代又一代人不懈的努力，人类才逐渐加快了认识自己生存的星球的步伐，并使认识逐渐趋于完整。我们的祖先花费了近2 000年的时间，才大致认清了海陆轮廓；随后的地理探险和地形测量又历时300多年，也只测绘了陆地表面的30%；航空摄影测量只用了约50年的时间就测绘了陆地表面的70%；而利用卫星遥感技术采集全球数据和影像，其进度之快则可以用天来计量。

2000年2月22日，美国“奋进号”航天飞机在圆满完成为期11天的地形测绘使命后，安全返回地面。此次飞行共采集了约9.8万亿字节的地形数据，覆盖了 60°N — 56°S 之间占全球80%以上的陆地表面。对全部原始数据的处理约花了两年的时间，最终制成平面精度为 ± 20 米、海拔精度为 ± 16 米的高分辨率的全球数字高程模型。此前人们了解甚少的许多区域也被绘制出来。这是目前世界上最完美的高清晰度三维世界地图。而利用常规技术去获取相应的数据，至少需要几十年的时间。

图1-1-11 羚羊谷的数字三维地形影像

下图为美国加利福尼亚州羚羊谷的数字三维地形影像，是由“奋进号”航天飞机于2000年2月16日获取的地形数据，经与卫星遥感影像叠加而成的。



讨论

随着地理信息技术越来越先进，其应用领域也越来越广泛，获取和处理各种地理信息变得更加便捷。我们应该如何正确地使用这些精确而详尽的地理信息，使它们成为现代生产和生活的得力助手？利用地理信息技术，还可以解决生活中的哪些问题？

复习题

1. 什么是地理信息技术？获取与记录地理信息的传统方法有哪些？
2. 地理信息技术的核心是什么？获取与记录地理信息的传统方法与地理信息的本质区别表现在哪些方面？
3. 地理信息技术的发展经历了哪几个阶段，每一个阶段分别具有什么特点？
4. 想像一下基于地理信息技术的未来生活会是怎样的。

课题1

检查进度

概括地理信息技术的主要内容、功能和应用领域。全班同学分成若干调查小组，各调查小组与相关部门取得联系，并设计好调查方案，制订出行动计划。

第二节 地理信息技术的意义

探索

地理信息技术就在我们身边

2004年11月10日晚上,北京有一位肖先生的汽车被盗,由于车上安装了GPS设备,警方只花了1小时7分钟就找回了被盗车辆。

当急救中心接到患者的求救电话时,工作人员可利用电子地图快速查到患者的具体位置,并派出距离患者最近的救护车前往救护。工作人员利用GIS的最优路径分析功能给救护车指引道路,使患者能在最短的时间内得到救治。

驾驶员通过集成了GIS和GPS的导航系统可以动态了解行车方位、前方路况,以及何处有加油站和餐馆等信息。在城市公交系统中应用GIS和GPS,候车人就可通过公共汽车站的显示屏了解所等的公共汽车已经行驶到了什么位置、有多少乘客、有没有空座位等信息。

思考 地理信息技术已广泛应用于日常生活中,给我们的生活带来了很大的方便。请你说说在日常生活中还有哪些地方应用了地理信息技术。

人类生活中的大多数信息都与空间位置有关,随着人类对信息分析与应用的不断拓展和深化,以处理空间信息为主的地理信息技术得到了更加广泛的应用。地理信息技术不仅涉及国家建设的各个领域,还与人们的日常生活密切相关。在建设数字地球的过程中,地理信息技术更是不可缺少的核心技术。

地理信息技术在国家建设中的意义

经济建设、社会发展和国防军事的大多数活动都涉及一定的地域空间。地理信息技术在这些领域的广泛应用,极大地提高了人们采集、处理、分析和应用有关资源、环境、社会及经济数据的能力,使重大决策有了更全面、准确、快捷的依据,大大提高了国家建设与管理的效率。

地理信息技术能为国家建设中的宏观规划和管理提供客观、科学的依据。如国土资源管理部门通过定期获取遥感影像,结合GIS提供详细的地物空间信息,对比分析不同时间的影像差异,可及时发现新的土地利用变化,严格监控重点城市的发展规模和新增建设用地情况,确保国家对土地资源的合理利用与保护。

地理信息技术在工农业生产中的应用日益深入,已成为促进经济发展的重要手段。例如,在规划工业布局时,GIS可以对

学习指南

- ◆ 地理信息技术可以应用在哪些领域?
- ◆ 地理信息技术的应用会给哪些方面带来显著的变化?
- ◆ 地理信息技术的意义是什么?

提示 在学习过程中,注意把地理信息技术与传统方法对比,体会地理信息技术在涉及地理空间信息的领域和部门所发挥的作用及带来的全新变化。

区位、地形、原料产地、销售市场、交通运输等多种因素综合分析，给出符合不同选址要求的多种方案供专家选择；在农业生产上，利用地理信息技术可以实施精准农业耕作，并监测大面积农作物的长势、病虫害等，帮助生产人员及时、定点、定量地进行施肥、浇水、除草、喷药等。



图1-2-1 精准农业耕作

地理信息技术能使政府的日常工作实现办公自动化。利用地理信息技术，人们就能够把大量详细的地理空间信息与行政管理信息相结合，建立专门的系统，为管理者提供快速准确的参考。如利用小城镇综合管理地理信息系统可以查询城镇人口的详细信息，可在地图上显示各户的家庭住址；能实现对建设用地从申请、镇政府初审、审批上报到入库的整个工作流程的管理。



图1-2-2 小城镇综合管理地理信息系统

阅读



数字上海

数字上海就是充分利用上海的地理信息资源，整合社会、经济、文化、科学等多方面信息，构筑成一个数字化的上海。借助数字上海，政府部门、企业及社会公众之间可以实现信息查询、信息

交换等。上海的许多管理部门、企事业单位相继建成了一批具有GIS和RS特点的应用系统。各种地理信息基础数据、数据处理模型及各类应用系统，为上海的城市规划、建设和管理决策提供了有力的支持。

2003年5月，首张综合性上海电子地图制作完成。它收录了政府机关、城市建设、金融贸易等14大类信息，主要条目近6万条。这张电子地图最诱人之处，是给使用者带来了纸质地图无法比拟的三维立体感——鼠标所点之处，东方明珠会“立”起来，新建楼盘将敞开大门进行360°环绕展示。同时，它还能给使用者提供城市交通、购房置业等查询服务。

地理信息技术是城市规划与管理的有力工具，可以为市民提供更便利的服务。例如，城市规划、城市交通智能管理、特种车辆指挥调度、地下管网管理与维护等都是地理信息技术广泛应用的领域。

在现代战争中，交战双方对作战信息的获取、传输、分析及应用的能力将在很大程度上影响战争的伤亡情况和胜负结果。利用地理信息技术建立的数字战场将从根本上改变战场概念和作战模式。数字战场以作战空间地理数据、RS、GPS、GIS为依托，在指挥、控制、通信、情报等方面实现了数字化、网络化、智能化与可视化，它能提供综合的战场信息，精确制导多种武器，真正实现“运筹帷幄，决胜千里”。

地理信息技术在现代生活中的意义

人们的大多数日常活动都与空间位置密切相关，地理信息技术的发展使人们可以随时方便地获取和管理与自己生活息息相关的空间状态信息，从而大大扩展了人们的视野和活动空间，使人们的生活更为高效、便利。在现代生活中，地理信息技术通常用来解决查询自身位置、目标地点、相关距离、通达路径、预期时间、区域状况等问题。

当你想了解某个地区时，只需在GIS电子地图中输入地名或坐标，就能在屏幕上看到相应的地图，并得到该地区自然、人文等方面的信息，如风景名胜、交通通信、食宿状况等。你甚至可以借助专用的可视化工具，



图1-2-3 数字城市交通管理



图1-2-4 数字战场



图1-2-5 三维虚拟城市

来一次“身临其境”的虚拟考察：一个逼真的三维世界展现在眼前，你可以飞越万水千山，穿过大街小巷。你足不出户，就能对该地区了如指掌。

当你驾车远行时，以GPS和GIS集成为核心的车载导航系统会提供全程服务。出发前，你只需输入目的地，设定好距离最短、道路通畅、费用最低等行驶规则就可以了。一旦启程，GPS就将车的位置实时显示在导航屏幕上，并及时提醒你选择前方道路，直到行程结束。同样的功能模块还可以集成到掌上电脑、手机等个人信息系统中，这样，无论你走到哪里，都不会迷路。利用此功能你还可以搜索在设定距离内的重要地物，如商店、宾馆、医院等。目前，这种基于位置的服务已在部分地区投入使用。

随着城市现代化的发展，越来越多的自动化、数字化设施出现在城市居民的生活中，数字城市(digital city)、数字社区和数字校园等成为新的建设目标。

阅读



数字社区

数字社区以城市社区空间信息数字化为基础，综合应用GIS、自动控制、IC卡、多媒体、宽带网与无线通信等现代信息技术，对社区各项管理和服务信息进行可视化的管理。社区住户的安全情况和水、电、燃气的计量与结算情况等都会汇集到管理平台，住户的维修、订购、配送、托管等服务请求也会在管理平台上直观地显示出来，社区管理人员根据实际情况及时进行处理。数字社区还可以发布社区服务和管理信息，收集和分析整个社区的日常运行信息，如常住人口、资源消费、服务需求、事故多发区等，为社区服务与管理的优化提供依据和保障。数字社区离我们已不遥远，我们将成为它的建设者，更会是它的受益者。

案例研究 “数字北京”信息亭

1999年，“数字北京”工程被列为北京市实施技术创新的重点项目。“数字北京”信息亭作为“数字北京”及“数字奥运”的重要组成部分，是建设数字城市的信息化基础设施。

“数字北京”信息亭大小与电话亭相似，里面除一台触摸式电脑外，还配备了键盘、银行卡插口等设施，以满足人们的不同需求。人们只需轻轻点击电脑的屏幕，就可查询到大量与衣食住行相关的信息。如果需要，还可将查询到的信息打印出来。



图1-2-6 利用“数字北京”信息亭查询信息



从2003年10月开始, 300台信息亭陆续亮相北京的街道, 并正式开通了服务系统。目前已经开通的公益服务有电子地图、新闻信息、市长信箱、公交线路查询等, 并将陆续增加求职招聘、求医问药、房屋租赁等信息。此外, 人们可以使用银行卡在信息亭购买电影票、演出票、手机充值卡, 缴纳水、电、燃气等费用, 还可以进行银行转账支付等。今后, 北京市民不必再为身边的这些“琐事”东奔西跑, 在一台信息亭里就可全部解决。



思考

越来越多与地理信息技术相关的产品和服务出现在我们生活中, 对此你如何看待? 为了使这些技术更好地为更多的人服务, 我们可以做些什么?

复习题

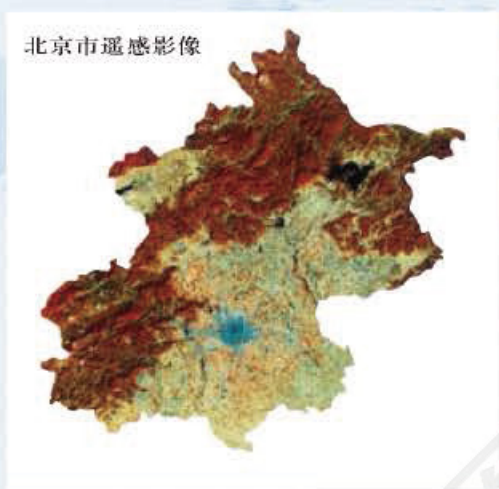
1. 简述地理信息技术在国家建设中的意义。
2. 地理信息技术主要应用在现代生活中的哪些方面?
在你的生活中, 已经应用了哪些地理信息技术?
3. 收集资料, 将地理信息技术在工业、农业、城市管理、军事领域的应用各举一例。

课题1

检查进度

实施调查, 收集多种形式的素材, 并作详细记录。汇总并整理调查资料, 在此基础上写出所调查领域应用地理信息技术状况的报告。

第二章 ◆ 地图和遥感



地图是地理学的第二语言。它不但是人们获取地理信息的重要来源，更是人们记录、传播地理信息不可缺少的媒介。遥感等现代化技术和手段的引入，使地图这一古老的地理信息载体呈现出崭新的面貌，并得到了进一步发展。



主要内容

第一节 地图和地图投影

- 18 地图的基本特性
- 20 地图投影及其分类

第二节 遥感的基本工作原理

- 24 遥感的基本工作原理
- 25 遥感分类
- 26 遥感影像

第三节 遥感影像和地图

- 29 遥感影像判读
- 31 利用遥感影像编制地图

第四节 遥感应用

- 34 遥感在农林方面的应用
- 36 遥感在地质矿产方面的应用
- 37 遥感在水资源和水文研究方面的应用
- 38 遥感在环境监测方面的应用
- 39 遥感在军事上的应用

课题2 根据遥感影像绘制简单地图

随着遥感技术的不断发展，遥感信息的数量、质量都有了显著提高。特别是高分辨率卫星遥感影像的出现，使利用遥感影像来直接编绘、修订各种大比例尺地图成为可能。

从高分辨率的遥感影像上，我们可以获得更丰富、直观的地理信息。但遥感影像本身是把所有地物都按同一比例缩小，很多重要的地物因缩小或与其他地物混杂而无法直接辨认。因此，有时需要利用遥感影像与同一区域的其他地理资料相对照，按一定的规范和要求编制成清晰、简洁的地图。利用遥感影像编制地图的过程，就是对遥感影像进行判读、简化、概括，最终用地图符号表达各种地表事物的过程。

在这一章中，你将了解地图和遥感的基本特点，感受遥感技术给古老的地图带来的新活力。

课题目标 根据遥感影像绘制一幅简单地图，遥感影像可由教师提供或由同学收集，也可用本书第41页的北京部分城区遥感影像。要完成这个课题的研究，你需要做好以下工作：

- ◆ 将遥感影像分成几块较小的区域。
- ◆ 按照所分区域的数量，全班同学分成若干小组，每组负责一块区域的绘制。
- ◆ 准备好绘图工具和材料，也可利用绘图软件在计算机上绘制。

课题准备 预习本章内容，大致了解地图和遥感影像的一些基本特点，简单归纳两者存在的差异，并熟悉遥感影像判读的基本方法。

检查进度 在学完这一章的同时，也要完成这个课题的研究。为了按时完成课题的研究，应在以下各阶段检查研究进度。

第一节 第23页：了解地图的构成要素和特点，收集制图区域的相关地理信息，在笔记本上总结该区域的特点。

第二节 第28页：了解各种遥感影像，掌握遥感基本工作原理，对绘制地图所用的遥感影像的特点进行分析。

第三节 第33页：掌握遥感影像的判读方法，对绘制地图所用的遥感影像进行初步判读，并与已掌握的该区域相关地理信息进行比较，然后对所获得的信息进行概括和简化，并绘制到地图上。

总结 把各小组绘制的地图进行拼接和修改，得到一幅较大的地图，并给地图加上图名、图例等。全班同学将所绘制的地图与遥感影像进行对照，并结合制图区域的相关信息进行讨论；对各组的工作进行比较，评出绘制得最好的一幅地图。

第一节 地图和地图投影

探索

格陵兰岛被画“错”了吗

格陵兰岛大部分位于北极圈以北，面积约217万平方千米，是世界上最大的岛屿。沙特阿拉伯位于北回归线附近，面积约225万平方千米，与格陵兰岛的面积相差不多。但是在图2-1-1的下图中，格陵兰岛却变得比沙特阿拉伯大十几倍。而且，在图2-1-1两幅比例尺相同的世界地图上，格陵兰岛在岛屿形状和面积上都存在较大的差异。

格陵兰岛被画“错”了吗？

思考 同一个岛屿表示在不同的地图上，其形状和面积为什么会有差异？是什么原因导致了这种变化和差异的产生？

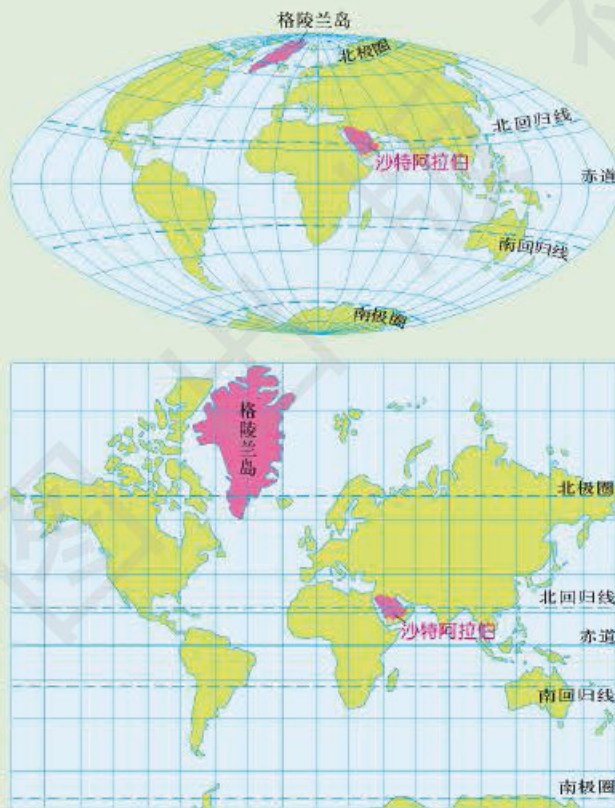


图2-1-1 不同投影的世界地图

学习指南

- ◆ 什么是地图？它有哪些基本特性？
- ◆ 常见的地图投影有哪些？各有什么特点和用途？

提示 在学习过程中，要理解地图的基本特性，了解地图的分类，掌握各种投影的变形及其经纬网形状特征。

从4 500年前古巴比伦人在陶片上绘制的地图到今天的影像地图，从哥伦布使用的航海图到现代化的GPS导航电子地图，地图的发展历史丰富多彩，并在人类不断认识自身生存环境的过程中具有不可替代的作用。

地图的基本特性

地图是依据特定的数学法则，将地球表层上的各种事物通过科学的取舍和概括，运用地图符号缩小绘制而成的图形。



图形要素
表示各种自然和社会经济现象的图形和符号，是地图最主要的内容。

辅助要素
方便读图的辅助内容，如图名、图例、图号、图廓、使用资料和成图说明等，就像是地图的“使用说明书”。

数学要素
确定地物分布位置和几何精度的依据，包括经纬坐标网、比例尺、地图定向等。

图2-1-2 地图的三种基本要素

地图具有以下三个基本特性，是地图区别于其他图形和图像的本质特征：

具有独特的数学法则 地球上的事物按一定比例缩小后才能表示在地图上。地图通常绘制在平面图纸上，而地球表面是球面，把球面展开成平面，必然会产生裂隙或褶皱。因此，必须在地球表面上任一点的地理坐标(纬度 ϕ ，经度 λ)与地图平面上任一点的直角坐标(x, y)之间，建立一一对应的函数关系，才能把球面转换成平面。

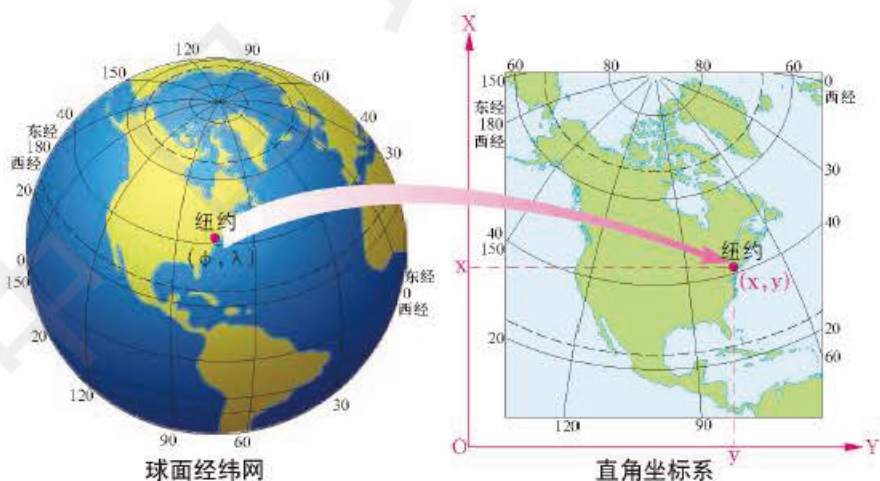


图2-1-3 从球面到平面的转换

使用地图符号表示事物 地理要素种类繁多，特点各异，如果原样缩小绘制到地图上，会使图面杂乱无章。以特定的地图符号表示各种地物，不但能表示量的大小，也能表示质的特征，使地图更简洁直观。地图符号可以表达某些实体微小却有重要意义的

事物，如控制点、路标等；也可以表达三维地理特征，如用等高线表示地形起伏；还可以表达无形的地理要素，如气温、工农业产值等。

科学的取舍和概括 为使地图清晰易读，必须对地理要素进行取舍和概括，从而表达出制图区域的主要地理特征。如在地图上舍去河流的微小弯曲或合并相邻的两小块绿地等。

地图投影及其分类

将地球球面按特定数学法则转换成地图平面的方法，称为地图投影(map projection)。地图投影的种类很多，通常可以根据投影变形特点、投影构成等进行分类。

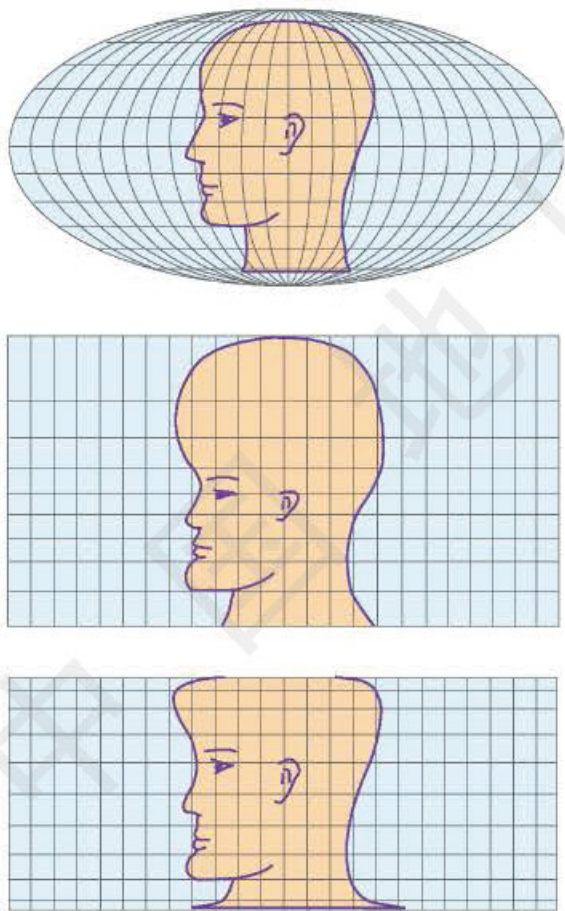


图2-1-4 投影变形示意

投影不同，得到的经纬网形状就会有变化，地物的形状也会随之相应变化。

根据投影变形特点分类 经地图投影转换的地图平面经纬网与地球球面上的经纬网形状并不完全相同，也就是说，产生了投影变形。投影变形主要表现在长度、面积和角度三个方面。根据这些变形特点，地图投影相应分为以下几种：

- **等角投影(conformal projection)** 地球球面上任意两个方向间的夹角经投影后在地图上保持不变。等角投影适用于对方向、形状要求较高的地图，如航海图、航空图和气象图等。

- **等面积投影(equal-area projection)** 在地球上面积相等的两块区域，经投影后在地图上仍保持面积相等，但角度和形状变形较大。等面积投影适用于对面积要求较高的地图，如政区地图、经济地图等。

- **任意投影(arbitrary projection)** 投影后长度、面积和角度三种变形都存在，但三种变形误差均较小。任意投影适用于对面积、角度变形要求都不大的综合性地图，如世界全图、大洲地图等。

根据投影构成分类

- **方位投影(azimuthal projection)** 是用平面与地球相切或相割，将地球上的经

纬网投影到平面上而成。按相切或相割位置的不同，又可以分为正轴、横轴和斜轴三种方位投影。

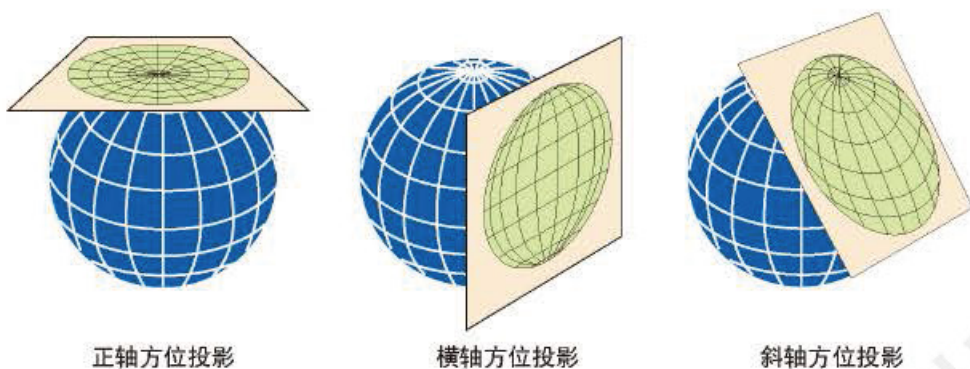


图2-1-5 方位投影（以平面与地球相切为例）

投影类型	投影平面与球面的位置	主要适宜制图区域
正轴方位投影	切于地球极点	两极地区
横轴方位投影	切于赤道	东西半球，赤道附近区域
斜轴方位投影	切于地球极点与赤道之间	水陆半球，各大洲

表2-1-1 方位投影类型

● 圆柱投影(cylindrical projection) 是用圆柱面与地球相切或相割，将地球上的经纬网投影到圆柱面，然后把圆柱面展开为平面而成。按相切或相割位置的不同，又可以分为正轴、横轴和斜轴三种圆柱投影。

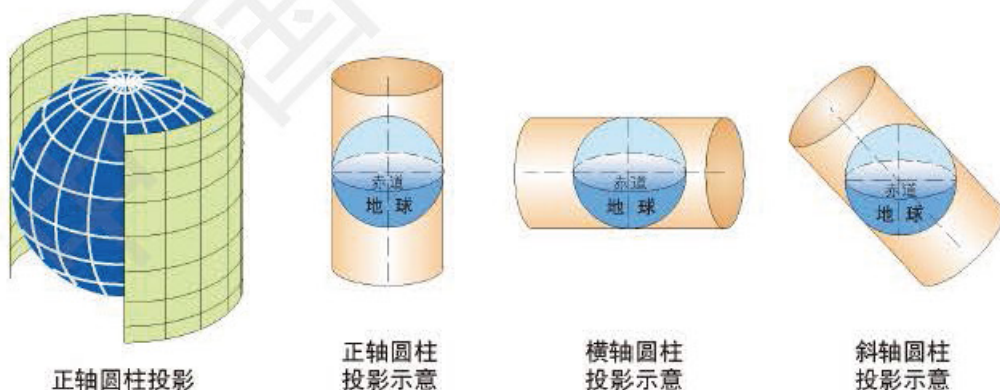


图2-1-6 圆柱投影（以圆柱面与地球相切为例）

● 圆锥投影(conical projection) 是用圆锥面与地球相切或相割，将地球上的经纬网投影到圆锥面，然后把圆锥面展开为平

面而成。按相切或相割位置的不同，又可以分为正轴、横轴和斜轴三种圆锥投影，其中正轴圆锥投影应用较多。

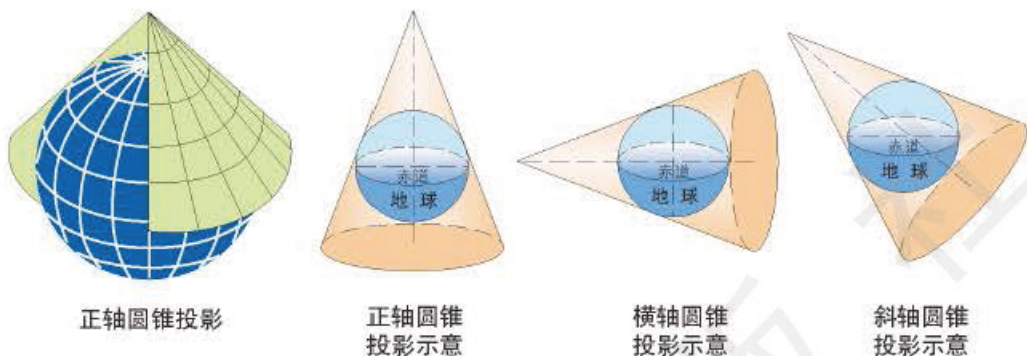


图2-1-7 圆锥投影（以圆锥面与地球相切为例）

图2-1-8 采用圆锥投影绘制的中国地图
圆锥投影是绘制中国地图时经常采用的一种投影。这种投影适用于编制中纬度地区各国家的地图。



案例研究 墨卡托的答案

早期的航海者发现，即使航线是直线，也很难将其准确表示在地图上。因为地球是个近似圆球体，所有经线的两端最终都汇合到南、北极点，所以在当时绘制的地图上，把实际上是正南正北方向的笔直经线也画成了向南、北极点汇合的曲线。在这样的地图上，航线无法被画成直线。那么，在怎样的地图上，才能使航海者用直线表示笔直的航线呢？

荷兰地图学家墨卡托(1512—1594年)找到了答案。他设想把地球表面沿不同经线切开成若干部分,展开后铺在平面上,每一部分好像都有弹力一样能向两侧拉伸,把棱形平面变成一个长方形,再把这些长方形拼合起来,就成了一幅完整的矩形平面图。采用这种方法,墨卡托就得到了由直线构成经纬网的世界地图。

这种方法在赤道上没有拉伸变形,离赤道越远拉伸幅度就越大,因此北极圈附近的格陵兰岛会“增大”。绝大多数航海活动都在地球南北回归线之间的海域进行,而地图在该范围的拉伸幅度很小,并且没有角度变形,始终保持了方向和相对位置的准确。这样,航海者就可以在这种地图上用直线画出方向正确的航线了。

这种从球面到平面的变换方法其实是一种等角正轴圆柱投影,也称为墨卡托投影。它主要应用在对方向和角度要求很高的航海和航空领域。今天,大多数航海者依旧使用按照墨卡托投影绘制的航海图。



思考

便利?

墨卡托投影有哪些特点? 这些特点给航海者带来了哪些

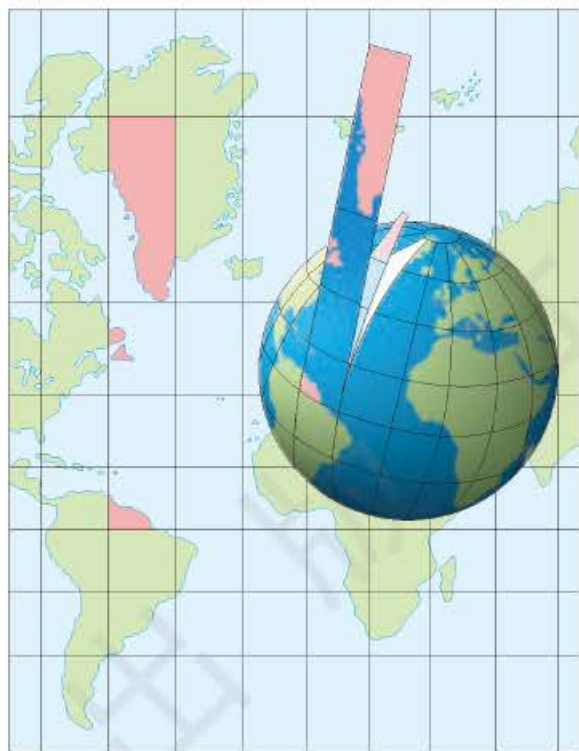


图2-1-9 墨卡托投影示意

复习题

1. 观察身边所使用的地图都有哪些基本要素。
2. 统计一本地图册(集)中的地图使用了哪些地图投影,哪种投影用得最多。思考每幅地图使用相应投影的原因,并与同学交流。

课题2

检查进度

了解地图的构成要素和特点,收集制图区域的相关地理信息,在笔记本上总结该区域的特点。

第二节 遥感的基本工作原理

探索

登高望远

唐代诗人王之涣站在鹳雀楼上，西望隐没在远山背后的落日，东眺滔滔远去的黄河，写下了“欲穷千里目，更上一层楼”的著名诗句，表达了延展人类视野的宏大愿望，也揭示了登高才能望远的客观规律。为了寻求和建立能够远望的立足点，人们带着“会当凌绝顶，一览众山小”的向往登上高山之巅。但在科技还不够发达的古代，人们只能登上地面各种自然的或人工的制高点，视野被局限于视距之内。

热气球和飞机的出现，使人们的立足点脱离了对地面物体的依赖，开始向天空发展。从此，人类步入登高望远的新境界，能够到达的高度由地面制高点提升到空中。航天技术的发展，实现了人类把整个地球尽收眼底的愿望，使人类的观测点最终上升到太空。

思考 总结从古代到现代登高望远的发展过程，思考在各阶段中观测点、观测对象发生了哪些变化，试用几个词语从这些方面简要概括遥感的大致特点。

学习指南

- ◆ 按照不同标准，如何对遥感进行分类？
- ◆ 遥感的基本工作原理是什么？遥感平台和传感器各有什么作用？
- ◆ 遥感影像的分辨率包括哪几种？

提示 学习时应抓住遥感的定义，结合实例理解遥感的工作过程及遥感平台和传感器的工作原理。

遥感的基本工作原理

人的五官感受客观世界的范围是十分有限的。随着科技的发展，人们不断地运用各种工具和仪器延伸着自己的感知范围。望远镜、电视等属于视觉的延伸，而遥感则已将人类的视野扩展到了太空和非可见光的世界。

遥感(RS)，顾名思义，就是遥远的感知，是从远离被测目标的位置上，利用电磁波探测仪器拍摄、扫描地球表面，得到地表影像或数据，供人们获取、识别和分析地面事物特征的技术。

电磁波包括紫外线、可见光、红外线、微波和其他无线电波等。地球表面上的任何物体，如大气、土地、水体、植被和建筑物等，都具有吸收、反射和发射电磁波的特性。不同物体的电磁波特性是不同的。遥感正是通过探测各种地物反射和发射的不同电磁波，从而对物体进行识别和分类，这就是遥感的基本工作原理。

遥感技术主要由遥感平台、传感器和遥感信息的接收与处理三部分组成。遥感平台是装载传感器的设备，如卫星、飞机等，其作用是稳定地运载传感器。传感器是接收、记录目标物反射或发射电磁波的仪器，如照相机、扫描仪等。

阅读



利用遥感监测森林火灾

当森林发生火灾时，由于着火的树木与未着火的树木温度不同，它们在电磁波热红外波段的辐射能量也就不同，因此在遥感卫星所获取的遥感影像中，森林着火地区与未着火地区呈现出明显不同的色调。图2-2-1为1987年中国大兴安岭森林火灾的遥感影像，影像中暗红色的区域就是已发生火灾的范围，冒烟的地点仍在燃烧。

利用遥感监测森林火灾，可以使森林消防指挥部门迅速准确地确定火灾发生的地点、范围，制定灭火计划、部署森林消防工作。

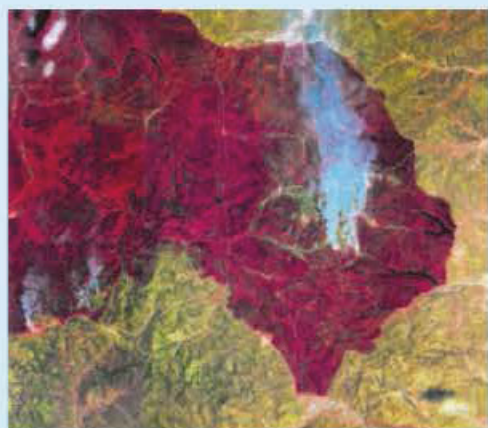


图2-2-1 中国大兴安岭森林火灾遥感影像

遥感分类

采用不同的分类标准，可以把遥感分为不同的类型。遥感常用的分类标准有遥感平台的高度、传感器的工作方式、遥感资料的获取方式等。

根据遥感平台高度的不同，可以把遥感分为近地面遥感、航空遥感和航天遥感。除卫星以外，常用的遥感平台还有航天飞机、飞机、气球、高空作业车等。

根据传感器工作方式的不同，可以把遥感分为主动式遥感(active remote sensing)和被动式遥感(passive remote sensing)。主动式遥感指传感器主动向目标物发射电磁波，然后接受目标物反射回来或发射的电磁波，如微波遥感中的雷达遥感；被动式遥感指传感器不向目标物发射电磁波，仅接受目标物反射的其他来源的电磁波和目標物发射的电磁波，如照相机航空遥感。

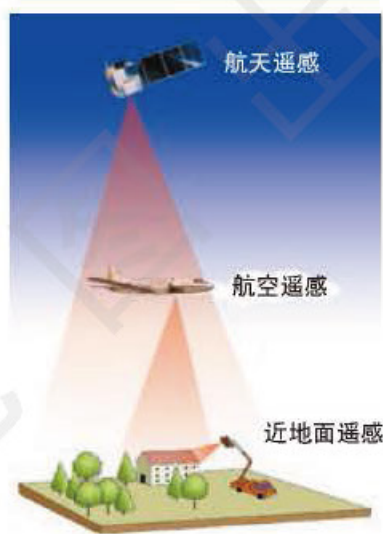


图2-2-2 遥感平台示意

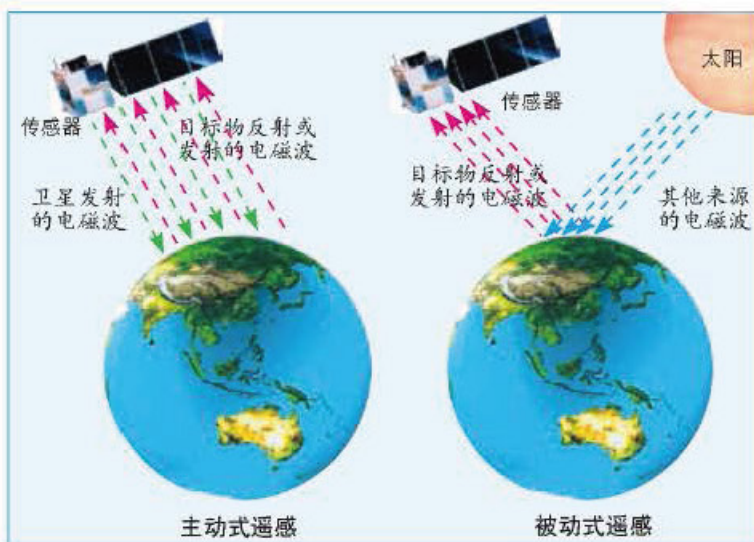


图2-2-3 主动式遥感和被动式遥感

根据遥感资料获取方式的不同,可以把遥感分为成像遥感和非成像遥感。成像遥感是将探测到的目标物电磁波转换成可视图像,如航空影像、卫星影像等;非成像遥感是将接收到的目标物电磁波以数据方式记录和输出。

遥感还可以根据电磁波的工作波段、遥感应用领域等进行分类。

遥感影像

遥感影像(remote sensing image)主要有航空影像和卫星影像等,其中,卫星影像使用得比较广泛。目前主要使用的遥感卫星有美国的陆地卫星Landsat系列、商业卫星QuickBird和IKONOS,法国的SPOT卫星系列,中国和巴西合作研制的中巴地球资源卫星CBERS系列等。利用这些卫星得到的遥感影像成像清晰,精度高,应用广泛。



图2-2-4 遥感影像

左为中国香港部分城区IKONOS影像,中为中国上海部分城区QuickBird影像,右为中国北京故宫SPOT影像。

遥感影像分为黑白影像和彩色影像。在遥感过程中,传感器分波段接收地物的电磁波,每一波段是电磁波谱中的一部分。任一单波段或全色波段表现为黑白遥感影像。利用各波段中任意3个波段可以叠加成彩色遥感影像。其中,影像上的地物颜色如果与实际地物颜色比较一致,能够真实反映实际地物的颜色特征,称为真彩色影像;如果与实际地物颜色不一致,称为假彩色影像。在假彩色影像中,比较常用的一种是标准假彩色影像,它是由特定的3个波段叠加而成的。



图2-2-5 遥感影像

左为黑白影像,中为真彩色影像,右为假彩色影像。

遥感影像的分辨率(resolution)是衡量遥感数据质量特征的重要指标,包括空间分辨率、波谱分辨率和时间分辨率。

空间分辨率指遥感影像上能被识别的最小单元所对应的地面目标的尺寸。例如,SPOT遥感影像的空间分辨率可达到2.5米,而QuickBird遥感影像的空间分辨率可达到0.61米。空间分辨率越高,遥感影像上能分辨的地物及细节就越多。



图2-2-6 中国厦门港高空间分辨率影像



图2-2-7 不同空间分辨率的中国北京部分城区遥感影像

左图的空间分辨率为2.5米,右图的空间分辨率为1米。由于两幅影像分别拍摄于不同年份,影像中相同位置的部分地物已有所不同。

波谱分辨率指传感器所能记录电磁波的最小波段宽度。例如,陆地卫星多波段扫描仪的波段宽度为0.1~2微米,波段数为4~5个;而成像光谱仪的波段宽度为0.005~0.01微米,波段数可达到几十甚至几百个。传感器的最小波段宽度越窄,波段数越多,接收地物的信息就越精确,影像中的地物就越容易被区分和识别。

时间分辨率指在同一区域进行的相邻两次遥感观测的最短时间间隔。时间间隔越长,时间分辨率就越低。例如,静止气象卫星的时间分辨率为半小时,陆地卫星则为几天或几周。

案例研究

“9 11”事件前后世贸中心的遥感影像

2001年9月11日,在美国发生了震惊世界的恐怖袭击事件。位于纽约市曼哈顿的世界贸易中心先后遭到2架飞机的撞击,世贸大厦轰然倒塌,成为一片废墟,并造成3 000多人丧生。

对照IKONOS卫星在“9 11”事件发生前后拍摄的遥感影像，可以看出实际地物的变化。

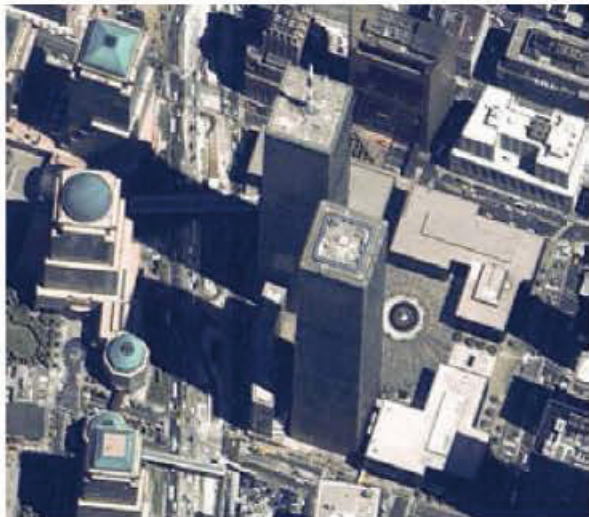


图2-2-8 2000年6月30日拍摄的美国世界贸易中心遥感影像

该影像分辨率为1米，影像中两幢最高的建筑物就是有110层的世界贸易中心。



图2-2-9 2001年9月12日拍摄的美国世界贸易中心遥感影像

影像中间灰白色的烟尘状区域是已倒塌的世界贸易中心所在地。



思考

遥感可以随时捕捉地物变化的细节，能为人类的生存和发展提供极大帮助。如何利用这项技术来防范、避免各种自然和人为的灾难呢？

复习题

1. 画示意图说明遥感的基本工作原理。
2. 遥感的分类标准有哪些？
3. 遥感影像有何特点？

课题2

检查进度

了解各种遥感影像，掌握遥感基本工作原理，对绘制地图所用的遥感影像的特点进行分析。

第三节 遥感影像和地图

探索

比较遥感影像和地图

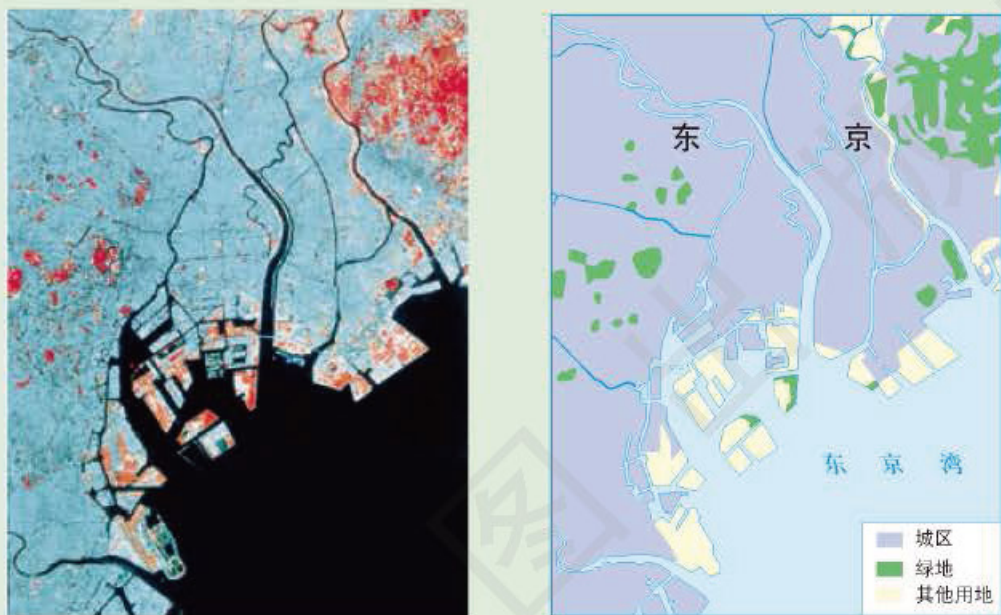


图2-3-1 日本东京局部地区的遥感影像和地图

图2-3-1是对地理环境的两种展示，都表达了地表的一些基本状况，如海陆、河流、绿地等，但表现形式却有所区别。

思考 遥感影像和地图有哪些相似和不同之处？

遥感影像判读

根据一个人的照片可以获取他的性别、长相、大致年龄等信息，同样，从遥感影像中也可以提取出大量有用信息。通过遥感影像判读(remote sensing image interpretation)，可以辨别出山脉、水体、植被、道路、房屋等地物，并从中得出地物的特征、性质及其变化规律等信息。

遥感影像判读指人们依据地物反射或发射的电磁波特性、几何形状特征等，对遥感影像上的各种特征进行综合分析、比较、推理和判断，从而得到所需信息的过程。

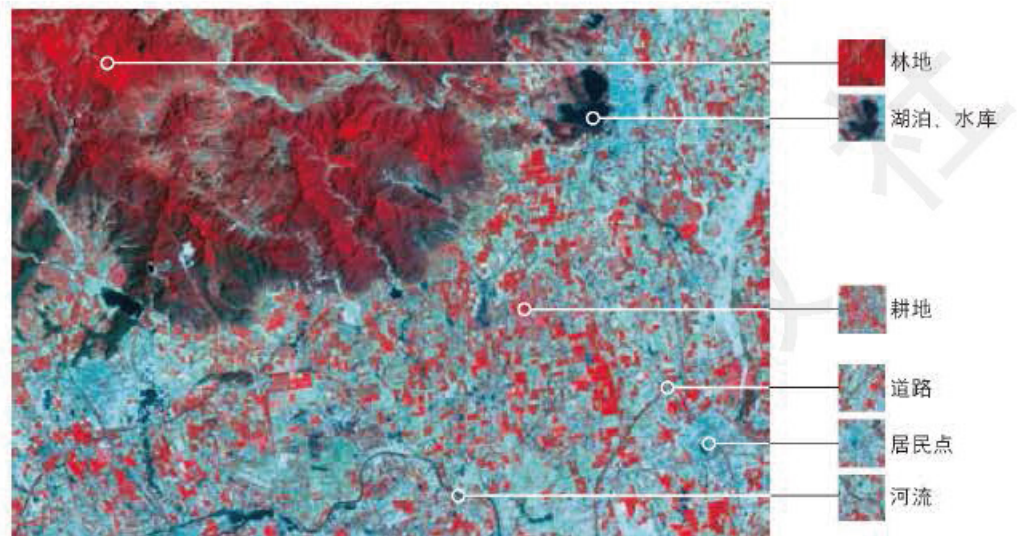
学习指南

- ◆ 为什么要进行遥感影像判读？
- ◆ 遥感影像有哪些判读标志？
- ◆ 遥感技术能为编制地图提供哪些帮助？

提示 在学习过程中，应抓住各种遥感影像判读标志的特征来判读遥感影像。

遥感影像的判读标志，也称判读要素，是遥感影像上能直接反映和判别地物信息的影像特征，包括形状、大小、阴影、颜色、图案和位置等。

图2-3-2 标准假彩色遥感影像的判读标志



阅读



不同地物的判读标志

在标准假彩色遥感影像上，不同地物可以根据其形状、颜色及图案组合的不同加以识别，并可据此建立判读标志。例如，城镇呈中心色调深暗、边缘略浅的灰蓝色或蓝灰色。道路呈色调深暗、较为清晰的线状影像。清澈而较深的水体呈深蓝色或蓝黑色，较浅的水体多呈浅蓝色，含泥沙的水体颜色更浅，含沙量很高的水体则呈乳白色，有水生植物的水体多含红色斑点。植被多呈红色：处在生长期的植被呈粉红色，成熟期的呈鲜红色，阔叶林比针叶林色彩更鲜红，灌丛颜色较浅，水稻呈暗红色。



活动

根据不同地物的判读标志，在图2-3-3中找出居民点、道路、湖泊和林地。



图2-3-3 标准假彩色遥感影像

利用遥感影像编制地图

常用的地图编制方法主要有实测成图法和编绘成图法。实测成图法是用测量仪器实地测量成图的方法，主要用于编制内容详细的大比例尺地图。编绘成图法是以较大比例尺地图作为素材，经过缩小、镶嵌等一系列步骤得到新编图稿，然后加以科学的综合和概括处理，最终获得新地图的方法，主要用于编制中、小比例尺地图。

遥感能够及时获取全球地表信息，可为编制地图提供丰富的资料。地图编制正越来越多地采用遥感数据。

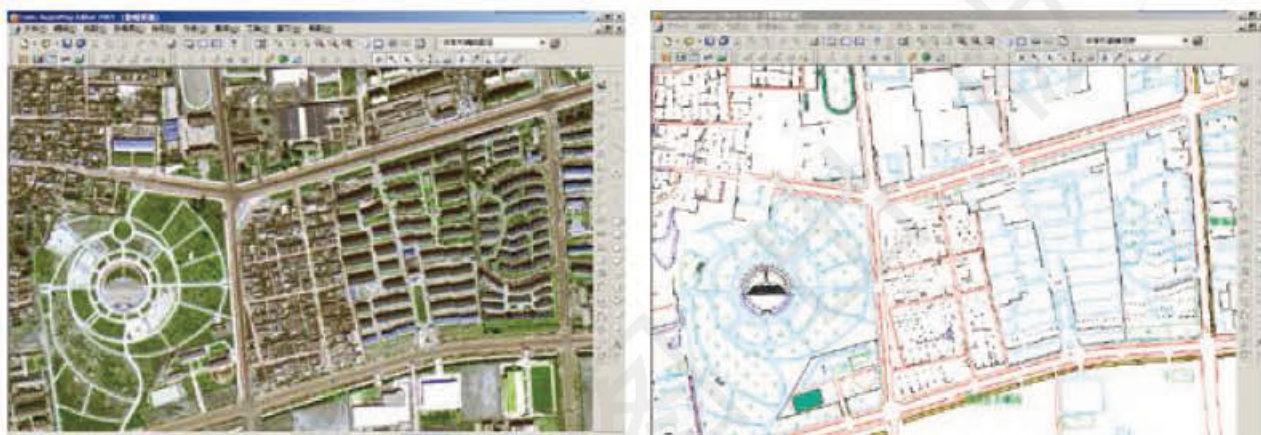


图2-3-4 根据遥感影像编绘地图

左为对遥感影像判读后勾绘出的各种地物轮廓；右为据此正在编制中的地图。

遥感制图是利用卫星遥感影像或航空遥感影像作为制图资料，制作或更新地图的技术。利用遥感影像制图，先要选择适合的信息源，对所获得的原始遥感影像进行加工处理，再对处理后的遥感影像进行目视判读或计算机自动识别，最后编制成地形图、专题地图或遥感影像地图。

利用遥感可以获得一些不便于测量的地区的遥感影像，为编制这些地区的地图提供数据资料。

利用遥感影像，可以修正原有地图上不正确或已经发生变化的地物特征，如河流河道的变迁、居民地的增加等，从而提高地图



图2-3-5 喜马拉雅山脉部分区域遥感影像

对偏僻、地形复杂等不便于测量的地区，遥感已成为获取地形数据的主要手段。

的时效性。根据对同一地区不同时段拍摄的遥感影像的判读分析，可以编制出表现某种地理要素时空分布变化的专题地图。

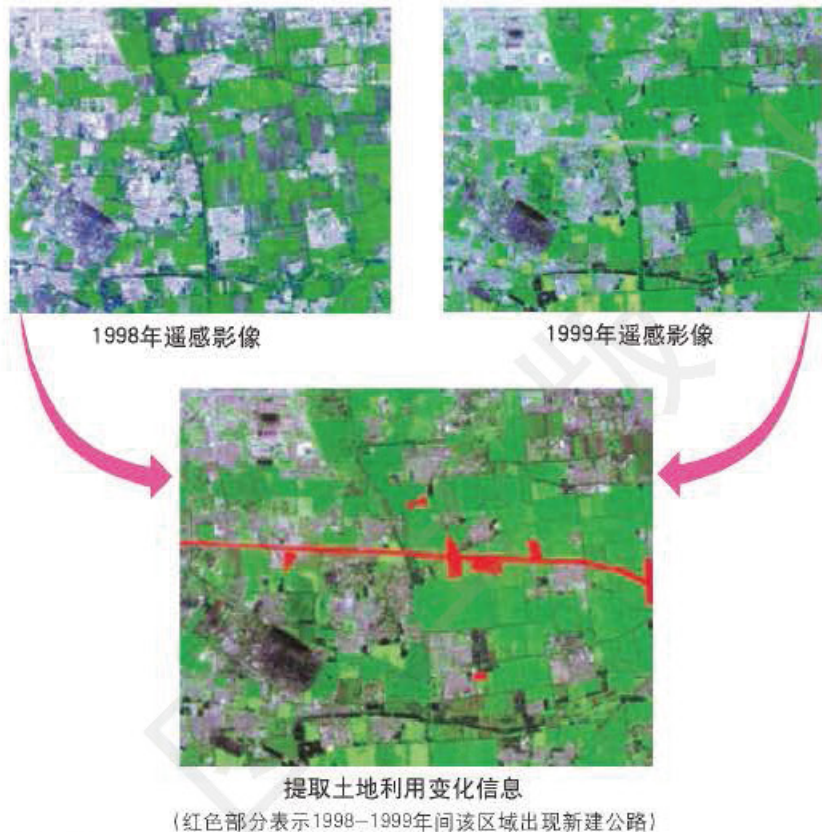


图2-3-6 从遥感影像中提取土地利用变化信息

在编制土地利用变化状况专题地图时，可以利用不同时相的遥感影像来发现土地利用变化情况，再经过专业技术人员的外业核查，最终确定土地变化的类型、位置、范围和面积等。

案例研究

了解遥感影像的分类处理

北京玉渊潭公园内湖面宽阔，湖水清澈，绿树环绕。从IKONOS卫星所获取的玉渊潭公园的遥感影像上，也可感受到公园的优美景色。但由于该影像整体色调呈墨绿色，反差较小，不利于准确识别地物，因此需要利用计算机对影像进行分类处理。



图2-3-7 2002年10月5日获取的IKONOS真彩色影像。影像空间分辨率为1米。成像区域土地利用类型主要为水体、植被、非植被（包括建筑物、道路和工地裸露地面等）。

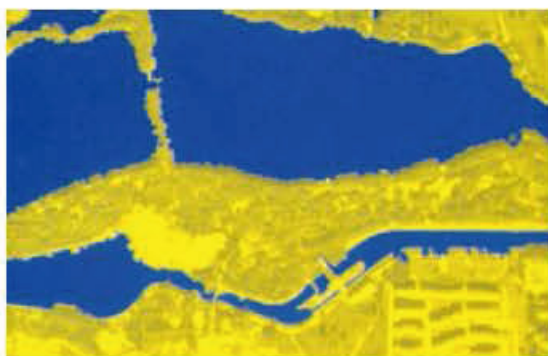


图2-3-8 第一级分类后的影像
计算机对遥感影像进行的第一级分类是区分陆地和水体信息。在此基础上，对分类结果进行人工修改和分割，即可得到比较满意的水陆分类结果。



图2-3-9 第二级分类后的影像
在已有工作的基础上，计算机进行第二级分类，将陆地进一步细分为植被、非植被和阴影。



图2-3-10 第三级分类后的影像
计算机进行的第三级分类是在区分草地和树木的基础上，将阴影进行分类。由于阴影落在不同的地物中，例如房屋的阴影落在草地和水泥地上，湖边树及湖岸的阴影落在水体中，其他一些树的阴影落在树丛上等，因此需要对阴影进行正确归属，才能得到最后的分类结果——水体、植被、非植被。

■ 水体 ■ 树木 ■ 草地 ■ 非植被



思考

对比真彩色影像与分类处理后的结果，思考为什么要对遥感影像进行分类处理？

复习题

1. 什么是遥感影像的判读标志？试列举在标准假彩色遥感影像上几种常见地物的判读标志。
2. 分析在遥感制图过程中遥感影像判读的作用。
3. 遥感影像是如何应用到地图编制中的？

课题2

检查进度

掌握遥感影像的判读方法，对绘制地图所用的遥感影像进行初步判读，并与已掌握的该区域相关地理信息进行对照，然后对所获得的信息进行概括和简化，并绘制到地图上。

第四节 遥感应用

探索

中巴地球资源卫星

中巴地球资源卫星由中国和巴西共同投资、联合研制。1999年和2003年两颗中巴地球资源卫星相继升空后,已向国内外许多用户提供了数据产品,获得了巨大的社会效益和经济效益。

在中国,中巴地球资源卫星已经获取了完整覆盖中国国土的遥感影像,在资源勘查、防灾减灾、环境监测与保护等领域,特别是在西部大开发、黄河三角洲可持续发展等应用中起到了不可估量的作用。在巴西,中巴地球资源卫星为防灾减灾、农业生产、城市规划、保护热带雨林等发挥了积极作用。如今,两颗资源卫星的数据产品应用范围已涵盖农业、林业、水利、国土资源、城市规划、环境保护、灾害监测等众多领域,为中、巴两国经济建设和社会发展作出了巨大贡献。

2007年9月19日,更为先进的第三颗中巴地球资源卫星又成功发射,并已投入运行。



图2-4-1 中巴地球资源卫星及其获取的遥感影像

思考 遥感可以应用到哪些领域?在各领域是如何应用的?结合中巴地球资源卫星的例子加以分析。

学习指南

- ◆ 遥感的应用领域有哪些?
- ◆ 遥感的发展前景是怎样的?

提示 在学习过程中,通过遥感的应用实例来加深对遥感的理解。

遥感以其快速、准确、经济、可周期性观测等优点,在农林生产、资源勘查、环境监测和国防军事等方面得到了广泛应用。

遥感在农林方面的应用

在农业方面,遥感主要应用于灾害监测、作物长势与产量评估、农田资源调查等。中国的旱涝灾害每年造成粮食减产约

100万~200万吨，利用遥感可以预测和预报旱涝灾害，帮助人们防灾减灾，减少粮食损失。利用遥感还可以识别各类作物，估算水稻、小麦和棉花等作物的种植面积，监测其生长情况，及时指导灌溉、施肥和收割等，并根据作物生长情况预估产量。农业生产中病虫害的发生、发展是有规律的，利用遥感影像可以直接判读出病虫害出现的迹象，及时预报病虫害的发生及其危害程度和范围。

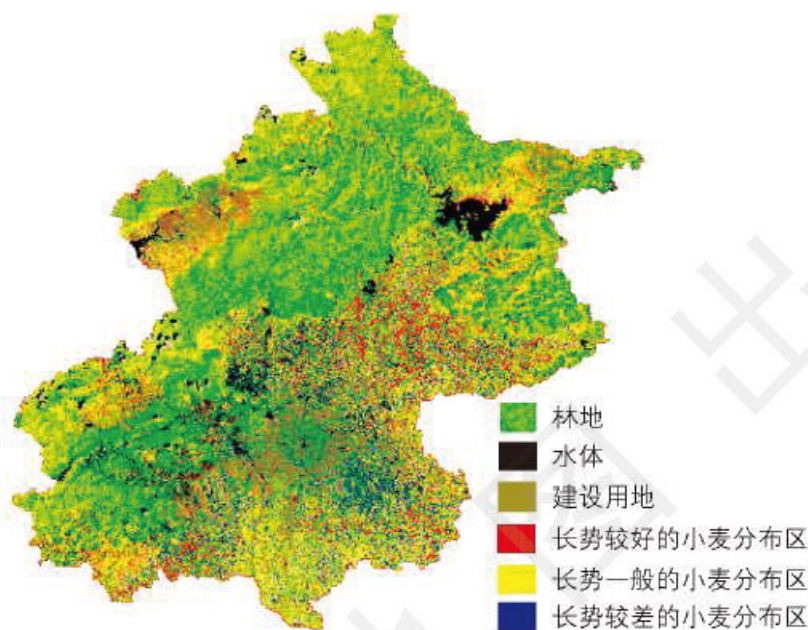


图2-4-2 2000年北京市小麦长势分级的遥感影像分类图
该分类图是利用遥感影像经过后期处理，用3种不同颜色分别表示不同长势状况的小麦分布情况。

在林业方面，遥感可以用于调查森林资源，监测森林火灾和病虫害等。

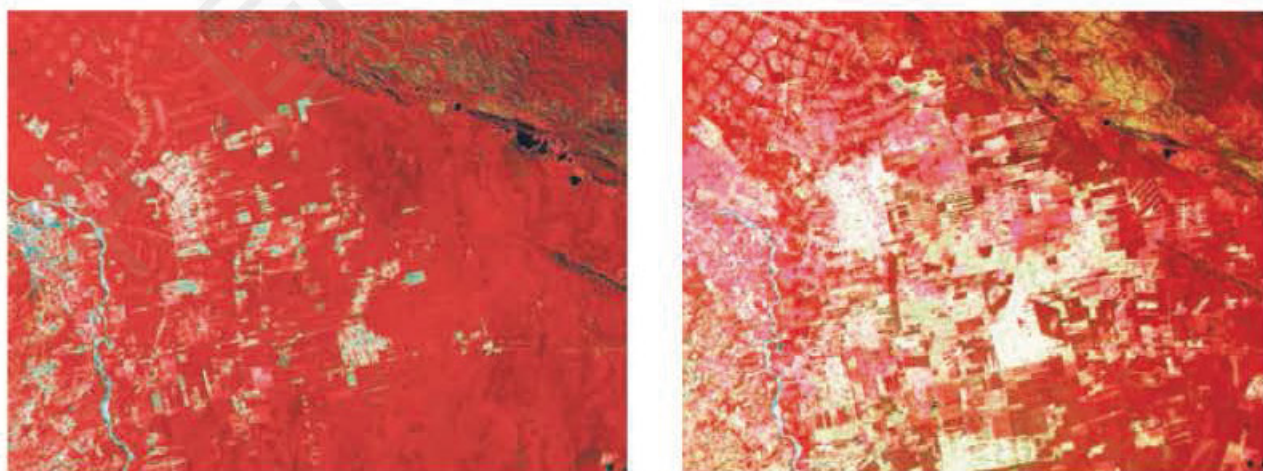


图2-4-3 应用于森林资源调查的遥感影像

上面为玻利维亚某林区2幅不同时期的假彩色合成遥感影像，左图为1992年7月的，右图为2000年8月的。由于国际市场对大豆的强烈需求，当地人砍伐大片森林改种大豆。从2幅影像的对比中，可以看出呈红色的森林植被面积已急剧减少，而呈黄色的大豆种植区的面积在扩大。

遥感在地质矿产方面的应用

在地质方面，遥感主要应用于工程地质、构造地质、灾害地质等地质综合调查，现已成为地质矿产调查研究中一种先进的工作手段和重要方法。

常规地质勘察是从点、线观测着手，汇集大量观测资料，然后才能描述一个地区的地质特征，进而分析研究，完成区域地质调查。利用遥感手段进行地质勘察，可以从分析研究勘察地区的遥感影像入手，有重点地选择若干点进行野外验证。这样不仅能大大减少野外工作量，还可加快调查速度，提高调查精度。

利用遥感进行矿产资源调查，结合成矿环境分析，有利于指出找矿方向，寻找成矿线索，缩小找矿范围，预测矿产资源储量。如美国亚利桑那州某种铜矿分布地区的遥感影像呈橘色，不含矿地区呈绿色，人们根据影像色彩的差异，结合其他探测手段，找到了隐伏的铜矿。

图2-4-4 利用遥感帮助寻找油气资源

借助遥感，中国在四川盆地东部发现了具有开采价值的石油和天然气资源。在这幅四川盆地东部的遥感影像上，清晰地反映出—系列呈东北—西南向延伸的平行岭谷，这种由板块碰撞与挤压作用造成的褶皱构造是储藏油气资源的一种典型地质构造。



阅读



利用遥感找铝土矿

中国广西壮族自治区有丰富的铝土矿资源。勘探人员在对当地矿产资源调查中应用了遥感技术。他们先在遥感影像上观察现有矿区所反映的色彩、地貌等特点，分析其地质特征；然后再把其他地区的遥感影像拿来比较，如果找到类似特征，那可能是新矿点，就可派人去实地勘察。实践证明这种方法对寻找隐藏在地表深处的铝土矿资源十分有效。

遥感在水资源和水文研究方面的应用

遥感在水资源和水文研究方面，主要应用于水资源调查、水土流失调查、冰雪监测、海岸带及浅海地形调查等。利用遥感不仅能确定地表江河、湖沼和冰雪的分布、面积、水量和水质，还能勘察浅层地下水资源。例如，通过判读分析青藏高原地区的遥感影像，不仅发现了已有地图上部分湖泊面积、形状的差错，而且还新发现300多个湖泊。

遥感能为水文研究提供长期动态情报，帮助预报和监测旱情、融雪、径流和洪水。例如，利用遥感可以实时监测洪水动向，调查洪水泛滥范围，迅速确定洪涝面积和受灾程度等。

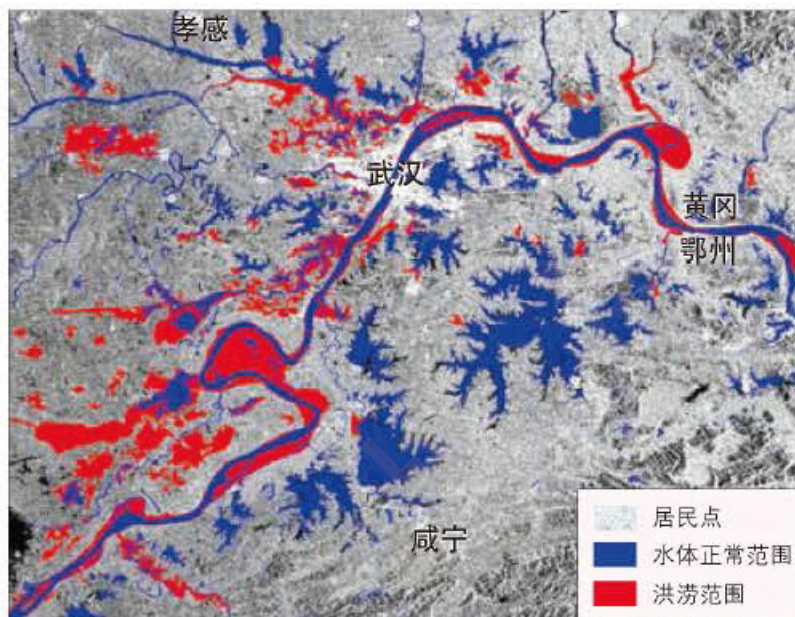


图2-4-5 1998年中国武汉市及其周边地区洪涝分布图（根据1998年8月的遥感影像制作）



读图

读图2-4-6，观察红线范围内的遥感影像在洪水发生前后有何变化。



图2-4-6 洪水发生前后的遥感影像
左为洪水发生前的影像，右为洪水发生后的影像。

遥感在环境监测方面的应用

遥感有助于快速、大面积地监测水污染、大气污染和土地污染等，帮助人们实时了解和掌握污染源的位置、污染物的性质和动态变化，以及污染对环境的影响，以便及时采取治理措施。20世纪80年代以来，中国已利用遥感进行了多次环境监测的应用试验，如对城市热岛、烟雾扩散、水源污染、绿色植物覆盖指数等的监测，都取得了重要成果。

阅读



遥感影像表明：咸海地区的生态环境正在恶化

咸海位于中亚，是一个内陆湖泊。过去，咸海的面积与爱尔兰岛的面积相近，但如今仅剩下1/4大小。多年来对咸海地区拍摄的卫星遥感影像证明：咸海水位急剧下降，退水后的土地变成了白茫茫的盐滩。从20世纪60年代到现在，几十年的大规模开垦、不适当灌溉、过度使用化肥和农药等，使咸海周围地区的生态环境遭到严重破坏，带来了巨大的生态灾难，如大规模沙尘暴的产生、水循环的恶化等。同时，咸海水位下降严重影响了当地的渔业生产。



图2-4-7 遥感影像见证咸海的缩小
左为咸海1989年8月的影像，右为2003年8月的影像。

遥感在军事上的应用

遥感最早就起源于军事应用。当今战争的胜负，不仅取决于人员、武器等军事实力的对比，还取决于准确可靠的军事信息。遥感在信息获取方面发挥着关键性的作用。携带遥感仪器的军事卫星能准确地发现敌方布置在地面或地下的战略武器。军队、坦克、导弹发射架的移动，机场和其他军事设施的修建，都很难躲过遥感锐利的“眼睛”。



图2-4-8 伊拉克首都巴格达国际机场的卫星影像

阅读



利用遥感揭穿军事伪装

在战争中，为了迷惑敌人，一些军事要地、军事设施和军人往往需要进行伪装。遥感能有效地揭穿这些军事伪装。例如，常见的一种军事伪装是在军事设施上使用黄色和绿色油漆，以不规则的多边形两色间隔涂布，达到与麦田或稻田色彩相近的目的。但由于农作物与油漆在反射电磁波的红外波段差别很大，因此在标准假彩色遥感影像上，农作物呈鲜红色或暗红色，而涂在军事设施上的油漆呈青色或蓝色，这样伪装就很容易被发现。

案例研究

根据遥感影像了解北京的城市建设

近年来，遥感在城市建设中应用的深度和广度已有了很大发展，主要应用于城市土地利用现状分析、城市用地分析、城市环境监测与评价、城市布局分析、城市交通分析、城市人口分析及城市的生态环境分析等方面，提供全方位的信息，为城市规划、建设决策服务。

图2-4-9为IKONOS卫星在3个不同时间（1999年、2001年和2002年）获取的北京某居住小区遥感影像。从影像上可以明显地看出城市的道路、绿化、居住小区等城市建设发展方面的情况。通过对遥感影像的分析与判读，可以更好地了解北京的城市规划和建设。

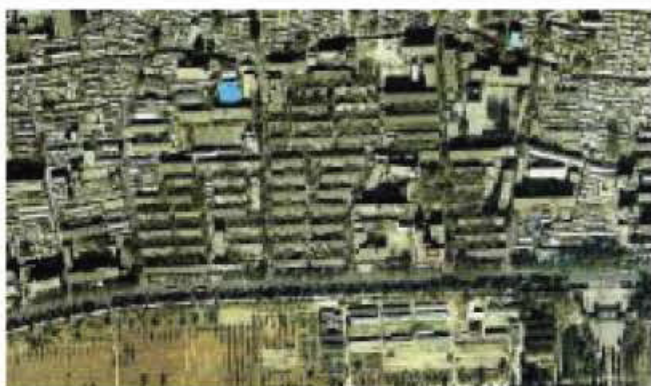


图2-4-9 北京某居住小区遥感影像
从上往下依次为1999年、2001年、2002年的小区遥感影像。



读图

对比图2-4-9中的3幅遥感影像，分析这个小区的发展变化过程。

复习题

1. 遥感主要应用在哪些领域？请举出实例并列表说明。
2. 遥感的应用已经深入到了与我们生活密切相关的领域。你知道身边有哪些遥感应用的实例吗？

课题2

第41页图为QuickBird卫星于2002年拍摄的北京部分城区遥感影像，请按照课题2的要求，根据该影像绘制出简单地图。可参考图2-3-4。



第三章 ◆ 全球定位系统



无论是在地上还是空中，在沙漠还是丛林，在城市还是乡村，身处地球上的任何地方，GPS都能为你提供准确定位和导航，确切地告诉你身在何处以及如何到达目的地。



主要内容

第一节 GPS的基本工作原理

- 44 全球定位系统
- 46 GPS的组成
- 48 GPS定位的基本工作原理
- 50 GPS的特点

第二节 GPS的应用

- 52 GPS在测量领域的应用
- 53 GPS在交通中的应用
- 54 GPS在农林方面的应用
- 55 GPS在日常生活中的应用
- 55 GPS在军事上的应用

课题3 利用GPS调查本地区公交状况

GPS是在全球范围内具有全方位、实时三维定位和导航能力的卫星定位系统。GPS的应用为根本解决人类在地球上的空间定位问题提供了重要的技术手段。GPS最初是为军事目的而建立，随着技术的不断发展，GPS越来越受到人们的重视，应用领域已拓展到交通、测绘、农业、林业、旅游等国民经济建设的各个部门，并逐渐深入人们的日常生活。

在这一章中，你将了解GPS的系统组成、基本工作原理和特点，以及在各个领域的应用。

课题目标 了解GPS的基本工作原理，学会GPS接收机的操作与应用。在此基础上，对你所在地区的公交状况进行一次调查研究活动。要完成这个课题的研究，你需要做好以下工作：

- ◆ 了解GPS的基本工作原理。
- ◆ 根据GPS接收机的使用说明，熟悉其基本操作。
- ◆ 根据所在地区公交线路的实际情况，将全班同学分成若干小组。各小组分别

在上班时、下班时和非上下班时3个时间段，搭乘几个不同公交线路的公交车，从起点站开始用GPS接收机对沿途各站点进行定位存点，并记录GPS显示到站的时间，直至终点站。回校后，将GPS记录的航线和地图上的公交路线进行对比，统计相邻站点之间的运行时间和全程时间。

- ◆ 各小组完成各自的调查报告，并进行全班汇总。

课题准备 预习本章内容，了解GPS的含义，归纳出GPS的基本工作原理、特点和应用领域。熟悉GPS接收机的基本操作。

检查进度 在学完这一章的同时，也要完成这个课题的研究。为了按时完成课题的研究，应在以下各阶段检查研究进度。

第一节 第51页：了解GPS的基本工作原理和主要特点。根据所在地区公交线路的实际情况，将全班同学分成若干调查小组。

第二节 第57页：熟练掌握GPS接收机的操作。各小组分别前往几个不同的公交线路进行不同时段运行情况的调查，并整理调查结果，完成调查报告。

总结 全班同学共同讨论，交流心得体会。如有时间，还可以讨论如何更好地应用GPS技术来为社会服务，为我们的生活服务。

第一节 GPS的基本工作原理

探索

定位和导航技术的发展



罗盘



六分仪



GPS接收机

早先,人们曾利用星空来辨别方向,后来发明了指南针、罗盘和六分仪等仪器来帮助识别方向。在科学技术高度发展的今天,人们开始使用GPS来进行精确定位和导航。

思考 这些定位、导航的方法和技术之间有哪些差异?

图3-1-1 定位、导航的方法和技术

学习指南

- ◆ 什么是GPS? GPS由哪几部分组成?
- ◆ GPS的基本工作原理是什么? 有什么特点?

提示 了解GPS的组成,理解空间距离交会定位原理。

全球定位系统

全球定位系统(GPS)是利用人造地球卫星星座来获得地面某点经纬度和高程的系统,是当代航天技术、无线电通信技术和计算机技术的结晶。20世纪70年代,美国国防部为满足军事部门对海、陆、空设施进行高精度定位(positioning)和导航(navigation)的要求,耗资120亿美元,历时20年,于1994年建成了以定位、导航卫星为依托的全球定位系统。GPS卫星所发射的空间定位信息覆盖整

个地球表面，因此可以对地球表面上的任一点、任一物体进行全天候实时精确三维定位和导航。



图3-1-2 GPS卫星

阅读

卫星定位和导航技术的发展

1957年，苏联成功发射了世界上第一颗人造地球卫星。从此，利用卫星进行定位测量成为现实。20世纪50年代末，为了对地球表面的任何地点进行不受天气和时间制约的定位，美国开始研制子午卫星导航系统。但由于该系统只有6颗卫星，加上卫星运行高度低，定位速度慢，因此卫星信号易受干扰，无法提供高精度的连续实时三维导航。

20世纪70年代，苏联开始开发格洛纳斯GLONASS(Global Navigation Satellite System)全球导航系统，其基本原理和系统组成与美国GPS大致相同。直到90年代中才实现了完整星座的部署。但由于经济原因，卫星更新不及时，系统陷入降效运行状态。

20世纪90年代起，欧盟就开始计划建设欧洲自主的、独立的全球多模式卫星定位导航系统。2002年3月欧盟15国交通部长会议一致通过，正式批准启动“伽利略”卫星导航系统研制计划。整个系统将包括30颗导航卫星及相关地面设施。中国参加了该系统的合作开发，促进了中国相关技术的发展。

从2000年到2007年，中国已五次成功发射了自行研制的“北斗”导航卫星，标志着中国已经建成自己的区域卫星导航实验系统。2018年底，“北斗三号”基本系统完成建设，开始提供全球服务。目前，北斗导航卫星系统已广泛应用于交通运输、水文监测和救灾减灾等领域。

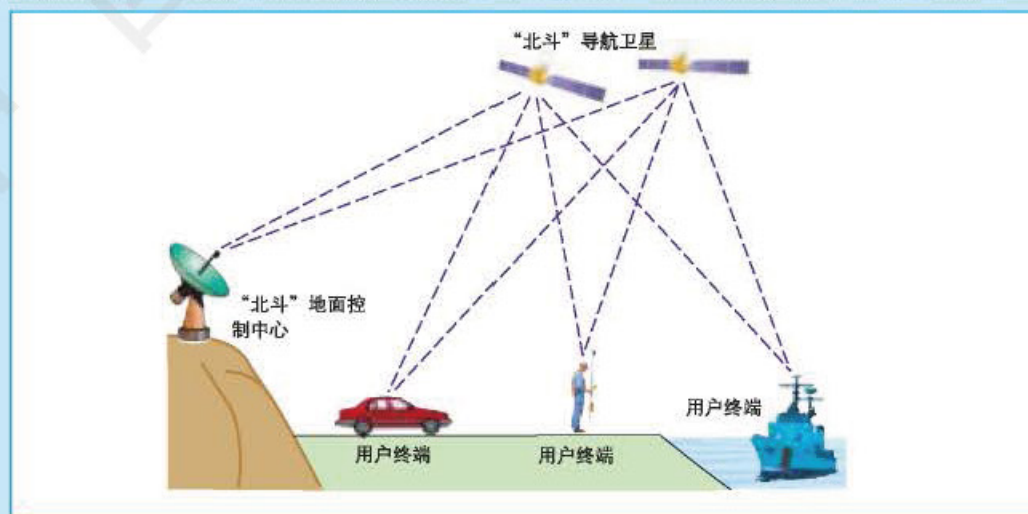


图3-1-3 中国“北斗”导航系统

GPS的组成

GPS由3个相对独立的部分组成：空间部分、地面监控系统和用户设备。

空间部分 由分布在距地面20 200千米高空、互成 60° 角的6个轨道面上的24颗GPS卫星组成，每个轨道上有4颗卫星。这些卫星不间断地发送各自与定位相关的参数、时间等信号，为用户提供高精度、全天候、连续实时的三维定位和导航信息。

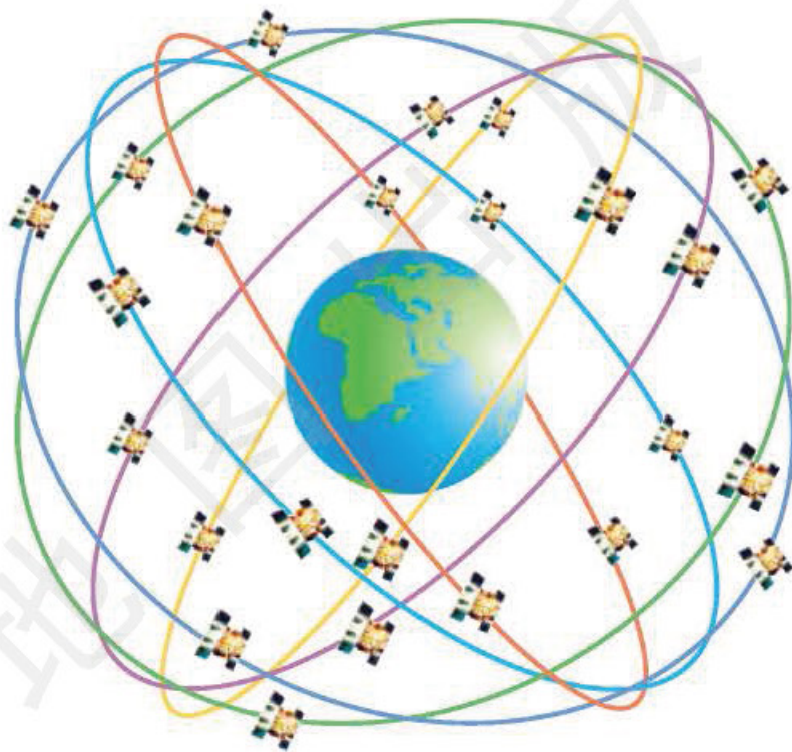


图3-1-4 GPS空间部分
GPS卫星在轨道上运行时，位于地平线以上的卫星数量随时间和地点的不同而改变，最少时为4颗，最多时可达11颗。

地面监控系统 由分布在全球的1个主控站、5个监控站和3个信息注入站组成，主要作用是提供和计算卫星运行的各种参数，对卫星及各种设备进行监测和控制，并为所有卫星提供同一时间标准——GPS时间系统。

主控站位于美国科罗拉多州的法尔孔空军基地，主要任务是根据各监控站提供的GPS卫星监测数据，为卫星提供修正参数，对偏离轨道的卫星进行调整；控制GPS时间系统，提供GPS的时间基准；启用备用卫星来代替失效卫星的工作。

监控站是在主控站直接控制下的数据自动采集中心，主要任务是监测卫星的工作状况，并把数据资料传送到主控站。

信息注入站负责把主控站的信息注入每颗GPS卫星。



图3-1-5 GPS地面监控系统

用户设备 指各种GPS接收机，负责接收和处理GPS卫星发射的信号，实时计算出三维坐标值、速度和时间，完成定位和导航工作。



图3-1-6 类型多样的GPS接收机

阅读



神通广大的GPS接收机

目前，各种类型的GPS接收机体积越来越小，操作越来越简单，并已向大众普及。GPS接收机的硬件由主机、天线和电源组成，虽然结构简单，但功能却非常强大。

GPS接收机主要有显示坐标、储存路标和路线、指示前进方向和导航、记录日出日落时间等功能，能帮助用户确定所在位置，实时显示运动方向和速度，指示到达目的地的路线，并记录运动轨迹来帮助用户按原路安全返回。

如今，还出现了与手机或计算机相结合的GPS接收机。GPS接收机与计算机结合称为GPS集成系统，利用它，可以把GPS接收机测到的数据直接存储到计算机中，并可直接在计算机上绘图或处理数据。

GPS定位的基本工作原理

GPS卫星不断发送自身的各种参数和时间信息，GPS接收机收到这些信息后，经过计算就可确定所处位置的坐标，其定位原理类似于距离交会定位方法。

阅读



距离交会定位方法

距离交会定位方法是根据若干已知点的坐标，通过距离交会的几何关系求出待定未知点的坐标。如图3-1-7所示，在平面上，通过2个已知坐标点及它们与同一未知点的距离 d_1 、 d_2 ，就可确定该未知点的坐标；在三维空间中，至少要知道3个不在同一直线上的已知点的坐标及3个已知点分别到未知点的距离 d_1 、 d_2 、 d_3 ，才可确定未知点的坐标。

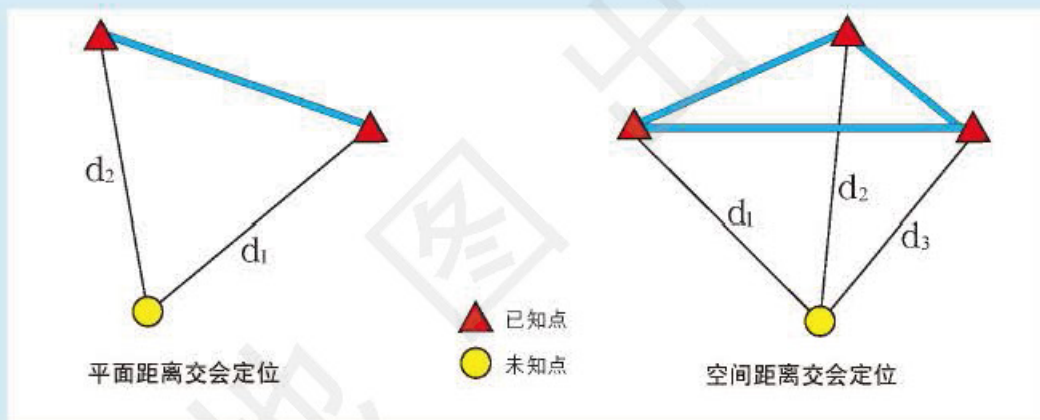


图3-1-7 距离交会定位方法

在GPS观测中，卫星的瞬间位置精确可知，可以被视为已知点坐标；卫星信号到达接收机所需要的时间可以被计算出来，这个时间长度与光速的乘积就是卫星与接收机之间的距离。因此，利用3颗GPS卫星提供的数据，组成3个方程式，就可解算出接收机的位置坐标 (x, y, z) 。

但是，各GPS卫星的时钟和接收机的时钟都与某一标准时间存在误差，即所谓钟差。各GPS卫星的钟差是已知的，接收机的钟差却是未知的，因此，它成为第4个未知数，这就需要引入第4颗卫星，形成4个方程式来求解，从而得到较精确的坐标值。事实上，接收机可以锁定的工作卫星往往在4颗以上。这时，接收机可按工作卫星的分布状况分成若干组，每组4颗，然后通过计算，挑选出误差最小的一组用作定位，以提高精度。

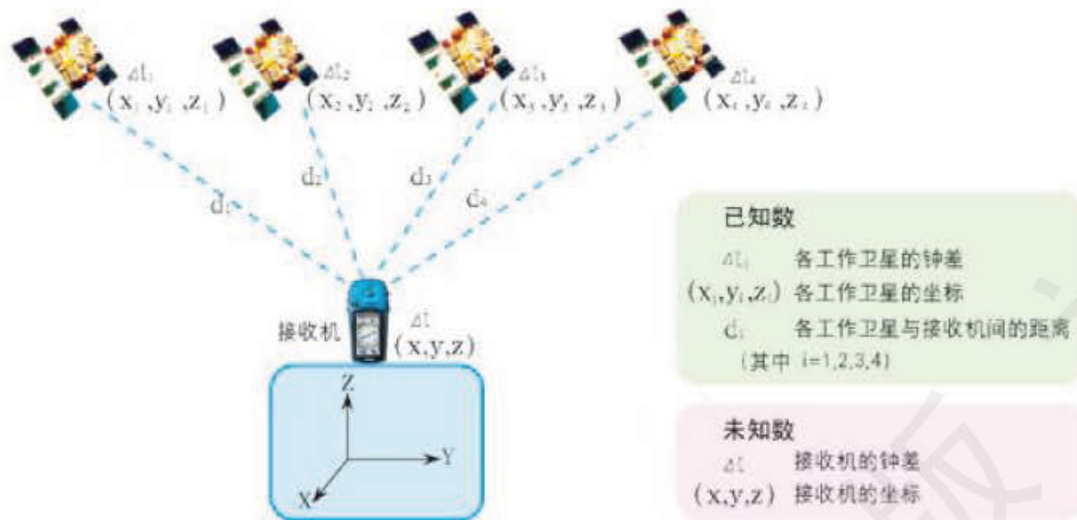


图3-1-8 GPS定位原理

GPS的测量精度取决于卫星发射的信号。卫星信号中包含有精码和粗码。精码也称P码，主要供美国军事部门使用，误差小于10米；粗码也称C/A码，供全球用户使用，误差约为20~30米。

在实际生活中，为了提高民用定位精度，通常采用差分GPS(differential GPS, 简称DGPS)技术。将一台GPS接收机放置在已精确测定坐标的点位上，作为基准站；利用基准站的精确坐标，与GPS接收机在这一点位测得的坐标值进行比较，得到一个误差修正值；基准站实时地将这一修正值发送出去；附近其他用户的GPS接收机在进行GPS观测的同时，也接收到来自基准站的修正值，并以此来修正GPS接收机的测量值。这样就能大大提高定位精度。

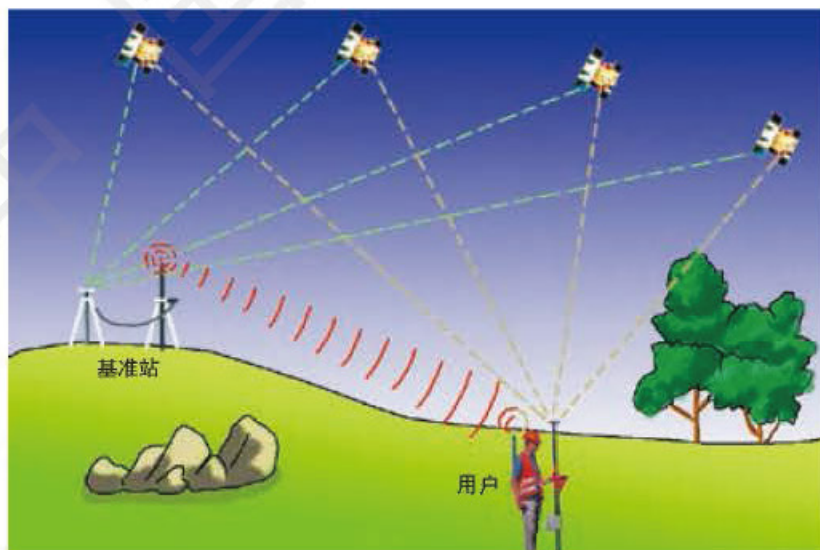


图3-1-9 差分GPS定位

GPS的特点

GPS的问世标志着定位、导航技术进入了一个崭新的时代。GPS的主要特点是：

- 覆盖全球表面，可全天候作业。由于GPS卫星数目较多且分布合理，所以在全球任何地点、任何时间都可观测到4颗以上的卫星，从而保障了全球全天候、连续实时定位和导航的需要，且不受云、雾、雨、雪等天气的影响。

- 功能多，应用广泛。随着人们对GPS认识的加深，GPS不仅可用于定位、导航，还可用于测绘测量、测速、测时，应用领域不断扩大。

- 观测时间短，定位精度高。目前，GPS接收机的一次定位和测速工作可在1秒钟甚至更短的时间内完成。随着GPS的不断完善，GPS差分定位技术已能使定位精度提高到厘米级。

- 操作简单，便于携带。GPS的操作已基本实现了自动化。GPS接收机的体积越来越小，重量越来越轻，便于携带和野外观测。

- 抗干扰性能好，保密性强。GPS卫星所发送的信号具有良好的抗干扰性和保密性。

案例研究

GPS离我们多远吗

你也许认为，GPS离我们还十分遥远。事实上，它已开始进入我们的生活，并将成为我们生活中不可缺少的部分。



图3-1-10 车载GPS导航系统

车载GPS导航系统 在北京、天津、上海、广州等大城市，部分汽车已安装有车载GPS导航系统。该系统把GPS的功能与电子地图相结合，可随时显示车辆当前的位置、行驶路线和方向。预计到2008年北京奥运会和2010年上海世界博览会时，车载GPS导航系统将会更加普及，可以为国内外的朋友提供更加便捷的服务。

带GPS功能的数码相机 这种相机可以在所拍摄的照片中追加经纬度、高程和时刻信息，从而记录下拍摄照片的地点和时间。



图3-1-11 带GPS功能的数码相机

带GPS功能的手机 你只需按下手机上的“GPS”键就可以测出你的位置，并在屏幕上看到相关地图。如果你将所测出的定位信息发送给其他带GPS功能的手机，对方就可以直接查询到你所在的位置。

带GPS功能的掌上电脑 这种电脑可以显示用户的位置及其周围的地图；如果用户直接查询某一目的地，电脑就显示那里的地图，并提供多条交通路线供选择。例如，用户要搜索距自己最近的饭店、医院或加油站，电脑就会立即显示其位置以及到那里的距离、方向等信息。当用户在行进时，电脑可以随着用户的移动而自行更新地图。



图3-1-12 带GPS功能的掌上电脑



思考

车载GPS导航系统和带GPS功能的数码相机、手机、掌上电脑具有哪些共同特点？GPS是单独发挥作用的吗？

复习题

1. GPS各组成部分是如何工作的？它们之间有什么联系？你能否用图表示出来？
2. 实验：你左右手分别平拿一支铅笔，闭上一只眼睛，试着将两支铅笔的笔尖靠近，看看会出现什么情况。试用距离交会定位原理加以解释。
3. 了解生活中应用的GPS产品，并与同学交流。

课题3

检查进度

了解GPS的基本工作原理和主要特点。根据所在地区公交线路的实际情况，将全班同学分成若干调查小组。

第二节 GPS的应用

探索

利用GPS追踪金丝猴的足迹

中国云南金丝猴生活在高山峡谷等人们难以进入的地区。长期以来，科学家对云南金丝猴的研究主要以观察为主，有时为了看到一群金丝猴的踪影甚至要等上两三个月。因此，用传统的研究方法很难获得金丝猴的详细资料 and 了解它们的活动规律，更没有办法对其采取强有力的保护措施。

近年来，科学家利用GPS对云南金丝猴进行研究，通过给金丝猴佩戴GPS卫星定位项圈，对它们进行持续的GPS信号追踪，基本掌握了金丝猴的活动区域，因此确定保护区范围就有了参考数据。

思考 根据以上资料，说一说GPS是如何帮助科学家进行研究的。

学习指南

- ◆ GPS主要应用于哪些领域？
- ◆ GPS在各应用领域中是如何发挥定位、导航优势的？

提示 在学习过程中，结合具体实例来了解GPS在各领域的应用。

GPS自问世以来，已充分显示了在定位、导航方面的主导地位。许多领域也由于GPS的出现而产生了革命性的变化。随着GPS的不断改进，应用领域也不断拓展，上至航空，下至航海、城市交通和工农业生产等，GPS应用已遍及国民经济各个部门，并逐步走进人们的日常生活。

GPS在测量领域的应用

与传统测量相比，GPS具有强大的技术优势。GPS测量只要求观测点上空开阔，利于接收卫星信号即可；GPS测量精度高，操作简便，且仪器体积小，便于携带和搬运；另外，GPS接收机能在无人值守的情况下，自动完成数据的采集与处理。

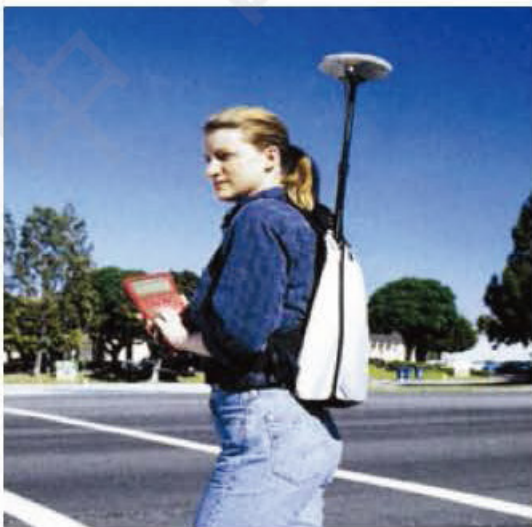


图3-2-1 GPS在测量领域的应用

测量人员随身携带非常轻便的GPS接收机进行野外作业。

GPS在交通中的应用

GPS在城市交通中的应用 随着城市的发展,车辆日益增多,交通运输的经营管理和合理调度、车辆的指挥和安全管理已成为城市交通中的重要问题。车辆GPS定位管理系统能为交通管理部门提供道路上车辆的实时定位信息,为缓解交通拥挤、提高道路通行效率和增强交通安全性提供技术支持。

车辆GPS定位管理系统主要由车载GPS接收机、无线电通信设备和调度指挥中心三部分组成。该系统的优势主要体现在实时动态管理功能上。装有GPS接收机的各车辆的定位信息被随时发送到调度指挥中心,调度指挥中心就可在大屏幕电子地图上掌握各车辆的动态位置,并针对道路状况实施合理的指挥和调度。

阅读



GPS与出租车预约服务

目前,一些城市建立了基于GPS的出租车预约服务系统。当乘客打电话请求出租车服务时,出租车预约服务系统管理中心通过GPS定位快速找到离乘客最近的空载出租车,并通知该车司机前往接送乘客,同时告知乘客出租车的车牌号和到达时间,从而实现快速反应的优质服务。该系统在给乘客带来便利的同时,也减少了出租车空载率,提高了工作效率和经济效益,还在一定程度上缓解了城市交通拥堵。

GPS在航海、航空导航中的应用 GPS航海、航空导航系统的功能主要有两方面:自主导航和综合导航。

自主导航主要向用户提供位置、航速、航向和时间等信息,还可以显示航线轨迹。当实际航线偏离预设航线时,驾驶系统会自动调整航向,引导船舶或飞机沿预设航线正确航行。

GPS综合导航,主要指港口或机场GPS综合导航系统,由GPS、无线电通信设备和指挥中心组成,主要用于港口或机场的调度管理、进出港引导,以确保港口、机场安全有序的运转,达到有效利用航路、提高交通运输效益和节约能源的目的。



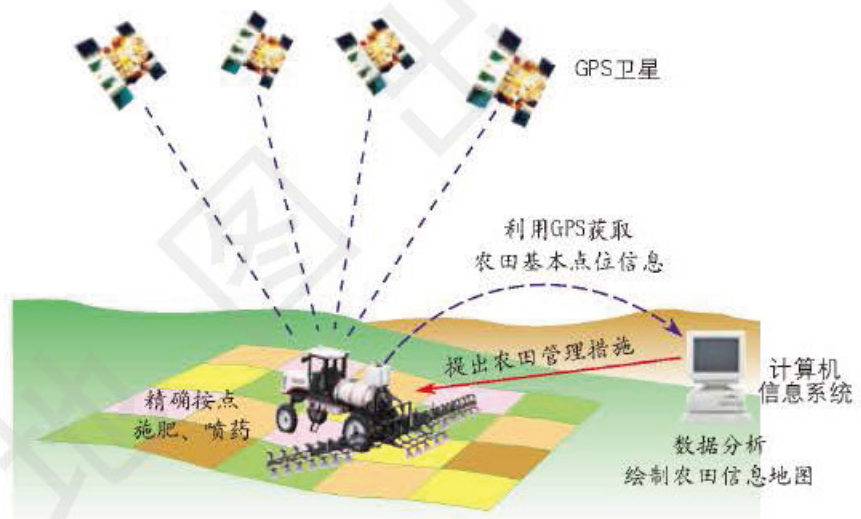
图3-2-2 GPS应用于航空导航

GPS在农林方面的应用

目前，一些国家已经把GPS技术应用到农业生产和林业管理中。

在农业生产过程中，可利用GPS和计算机信息技术实行农田的精细管理，实施精准农业耕作。具体做法是：利用GPS获取农田基本点位信息；利用计算机信息系统对采样点的土壤养分和作物长势进行数据分析，提出农田管理措施；把带有土壤状态和作物长势信息的GPS设备装入喷施器中，对农田实施精确按点施肥、喷药。这种精准农业耕作克服了以往忽视同一农田内农作物的差异而统一施肥用药的弊端，降低了农业生产成本，有效避免了资源浪费。

图3-2-3 利用GPS实施精准农业耕作



GPS在森林资源调查和森林防火等方面发挥着重要作用。利用GPS可快速测定林区位置、范围和面积。测量人员只要利用GPS和相应的软件，乘坐直升机沿林区边界飞行一周就可得到精确的森林位置和面积数据，比用常规测量方法要省时省力得多。利用安装在飞机上的热红外系统和GPS接收机还可确定森林火灾的位置，森林防火部门弄清火灾地点后，即可派消防飞机迅速前往灭火。

图3-2-4 GPS为森林灭火准确定位

GPS在日常生活中的应用

随着GPS接收机体积的小型化以及价格的低廉化,携带GPS接收机出行已成为一种时尚。有了GPS接收机,人们就不必担心迷路了,它能给旅行者提供到达目的地的最佳路线。有了GPS,自助驾车旅行者就可自如、快捷地穿梭来往于各个景点之间。总之,GPS为人们的出行提供了更方便、更安全的保障。



图3-2-5 GPS为自助驾车旅行导航

阅读



生活中的GPS

欧洲航天局与科学家合作研制出一种为盲人引路的GPS仪器。携带这种仪器的盲人,出行会更加方便。当盲人过路口或前往公交车站等地点时,仪器能导航并发声提示,精度可以达到2米。

英国开发出GPS测速系统,用以限制汽车的行驶速度。方法是在汽车上安装一种GPS数字道路卡,卡中含有多条道路限速的数据,当汽车在某条道路上行驶时,速度一旦超过该道路限定的速度,系统就会立即锁定这辆汽车并进行干预。

美国一家公司研制出一种微型GPS仪器,可以让老人、孩子和某些病人等特定人群随身携带,以便在他们走失后,家人能立即发现其行踪。

GPS在军事上的应用

GPS最初就是为军事需要而建立的,主要用于海、陆、空作战时的高精度定位和导航。

为作战部队、车辆、舰船、飞机、低轨军事卫星定位和导航 在现代战争中,地面作战部队借助GPS可以避免迷失方向,能够在无任何地物标志的沙漠地带完成特定的任务;在空袭行动中,借助GPS,飞行员只需要知道轰炸目标的坐标值就能使炸弹准确命中目标。此外,装载有GPS接收机的低轨军事卫星可通过GPS连续获得自己运行轨道的参数,并据此自主修正轨道,实现自我导航。



图3-2-6 GPS为部队在沙漠中导航



为制导武器进行精确制导 精确打击是现代战争的一个重要特征。将GPS集成系统装入精确制导导弹，可以提高导弹的性能和命中率，使导弹具备在夜间和恶劣天气条件下精确打击的能力。

为救援人员指引方向 现代战争中，GPS接收机已成为作战部队必不可少的装备。一旦发生意外，GPS接收机可以帮助部队和士兵及时与指挥中心和救援中心取得联系。

图3-2-7 装有GPS的精确制导武器

阅读



利用GPS成功营救飞行员

1999年3月27日，北约的一架隐形战斗机被南斯拉夫防空部队击中。飞行员跳伞后，通过GPS发出紧急呼救信号。接到呼救信号后，北约立即确定出飞行员的准确位置，并派出一架直升机前往搜救。在GPS引导下，直升机准确地降落在飞行员面前，把飞行员安全接回了基地。整个营救行动仅花了6个小时。

案例研究

GPS与香港回归庆典实况转播

GPS系统集成指GPS的定位、导航功能与通信技术、地理信息系统等技术的结合。1997年，中央电视台实况转播举世瞩目的香港回归庆典，就是一个应用GPS系统集成的成功案例。

当时，中央电视台在深圳设立直播指挥部，并在深圳、香港各设置一架转播直升机。为保证庆典现场的直播效果，电视台决定采用超短波通信进行转播，但这种通信需要“面对面”的传输，中间不能有任何障碍物。由于深圳和香港之间是多山的地形，需要在山地上空设置一架装有GPS设备的直升机作为中转站。香港转播机拍摄的电视数字信号经由中转站才能传送到深圳转播机上。

两边的转播机不仅可以传送电视数字信号，而且可同时传送GPS信号，这样中转站就能接收到两架转播机的电视信号和位置数据，并根据这些数据调整两架转播机的位置，以保证它们始终准确定位。GPS与无线通信技术相结合，完成了这次盛大庆典的实况转播。



图3-2-8 GPS系统集成在转播香港回归庆典中的应用



思考

GPS在转播香港回归庆典的过程中发挥了哪些作用？

复习题

1. 你还能举出哪些有关GPS应用的例子？
2. 如果一辆运钞车在路上遇到突发情况，在救援过程中，哪些地方可以利用GPS？和同学讨论交流。
3. 找到学校里的制高点，试着用GPS接收机测量其经纬度和高程，注意在活动中体会GPS给测量领域带来的变化。

课题3

检查进度

熟练掌握GPS接收机的操作。各小组分别前往几个不同的公交线路进行不同时段运行情况的调查，并整理调查结果，完成调查报告。全班同学可就课题的完成结果进行交流。

第四章 ◆ 地理信息系统



4 000多年前，人们就使用地图来描绘世界，记录和传播地理信息。现代科学技术的发展把人类带入了前所未有的数字信息时代，人们用数字化的地图来描绘自然环境与社会生活，利用计算机管理和使用地理信息。



主要内容

第一节 GIS的基本工作原理

- 61 GIS的基本工作原理
- 62 GIS的组成
- 63 利用GIS可以解决的基本问题

第二节 GIS的基本功能

- 66 数据的获取与管理
- 69 数据的处理与变换

70 空间查询与分析

72 地图的制作与输出

第三节 GIS的应用领域与发展趋势

74 GIS在地图编制中的应用

74 GIS在现代社会管理中的应用

76 GIS在辅助决策中的应用

76 GIS的发展趋势

课题4 建立全班同学基本情况数据库

地理信息系统是在计算机软硬件支持下，对地球表层空间涉及地理位置的数据进行采集、管理、处理、分析和应用的技术系统。地理信息系统处理的地理数据包括图形数据、地物属性数据、遥感图像数据等，主要用于展示和分析各种地理现象的分布和发展过程，解决复杂的规划、决策和管理问题。

本课题通过建立和使用全班同学基本情况数据库，来让你了解GIS数据采集和分析的过程，掌握GIS软件的基本操作。

课题目标 在GIS软件中，建立全班同学基本情况数据库，在电子地图上显示同学的各种基本信息，实现查询、分析等功能。要完成这个课题的研究，你需要做好以下工作：

- ◆ 学会一种GIS软件的基本操作。
- ◆ 收集并数字化所在地区的平面图。
- ◆ 收集全班同学的基本情况信息，包括姓名、性别、年龄、出生日期、家庭住址等。
- ◆ 根据每个同学的家庭住址，在GIS软件中确定位置，并输入其他数据。
- ◆ 对全班同学的数据进行简单查询、统计等操作。
- ◆ 用GIS软件制作并输出全班同学家庭住址分布图。

课题准备 预习本章内容，了解GIS的含义，归纳出GIS的功能。熟悉一种GIS软件的基本操作。

检查进度 在学完这一章的同时，也要完成这个课题的研究。为了按时完成课题的研究，应在以下各阶段检查研究进度。

第一节 第65页：熟悉一种GIS软件的基本操作。

第二节 第73页：收集全班同学基本情况信息，数字化你所在地区的地图。

第三节 第79页：输入全班同学基本情况数据，进行查询和统计，并输出专题地图。

总结 通过数字化地图和制作全班同学家庭住址分布图，掌握GIS软件的简单操作，并加深对GIS功能、应用等内容的理解。

第一节 GIS的基本工作原理

探索

地理信息处理——从手动眼观到数字分析

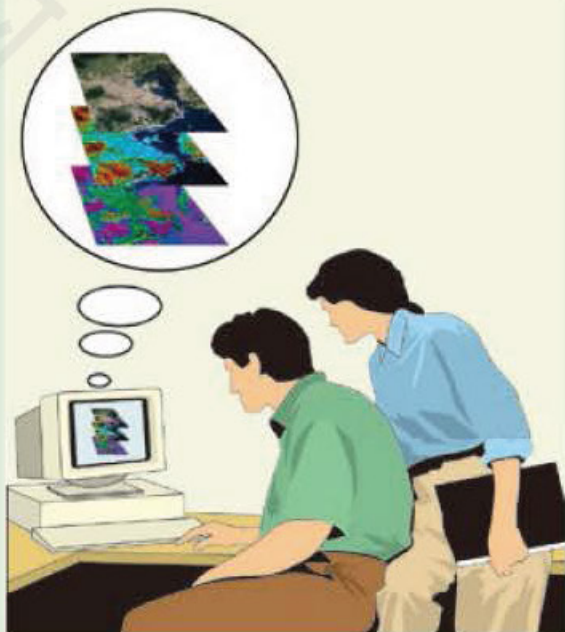
自古以来，人们一直在获取、交换和使用地理信息。地理学家、测绘工作者、航海家都十分注重对地域空间信息的收集和整理，并以地图的形式来表示、存储和传播。

过去，对地理信息的采集、处理和分析以手工方法为主。按传统方法制作一张地图的周期很长，而且地图的更新速度很慢。有时候，地图尚未制作完成，某些地物就已经发生变化。要统计某地区各种土地利用类型的面积，就要在相应的地图上按图例找到各种土地类型，逐个量算面积，然后分类汇总。这样既费时、费力，结果还会有较大的误差。

20世纪60年代，计算机技术的发展促成了GIS的产生。人们开始利用计算机采集、存储、处理和分析地理信息，如统计某地区各种土地利用类型的面积时，只要在相应的GIS软件中调用所需的数据和功能，很快就可以得到各种土地类型的面积和分布地图。这样，不但速度快、误差小，而且可以从系统中输出分析结果和直观形象的地图。



传统的土地调查是先地图上选点，再到野外实地勘察，既费时、费力，还难以得到准确的数据。



借助GIS进行土地调查，既节省人力、物力，又非常科学、准确。

图4-1-1 地理信息处理方式的变化

思考 根据上述材料，总结GIS给地理信息的处理带来了哪些变化。

以前研究地理，先要通过查阅地图和书籍获知“在哪里”和“是什么”这样的地理信息，再结合实地考察和所掌握的地理知识，来分析各种地理现象的特点和规律。这样做，不但得到的信息少，而且速度慢，准确度也比较低。现在，人们更多地采用计算机来处理地理信息。

GIS的基本工作原理

人们借助一定的设备，将地理事物的空间位置信息和属性信息以数字形式输入计算机，利用数据库和计算机图形技术进行编辑、组织和管理，并编制、显示出地图。同时，还能按使用者的要求，通过特定的软件程序，对地理信息进行检索查询、分析处理，再将结果以数字、图表、地图等多种形式准确、直观地输出。这就是地理信息系统（GIS）。它既有电子地图的功能，又具备空间信息分析功能，是地理研究和辅助决策的工具。

当查询某个地方时，只需要输入地名，其位置就能立即显示在屏幕地图上，你可以随意放大或缩小地图，也可以在地图中漫游；如果确定好行程的起点和终点，GIS会帮你找出最佳路线；如果输入某种作物的生长条件和某地区地形、土壤、水系、气温、降水等空间分布数据，GIS可以作出综合分析，告诉你作物的最佳种植区域，并绘出地图。

概括地说，地理信息系统是在计算机软硬件支持下，对地理信息进行采集、管理、分析、显示和输出的空间信息管理系统。

学习指南

- ◆ 什么是GIS?
- ◆ 促成GIS产生的原因是什么?
- ◆ GIS由哪几部分组成? 各起什么作用?

提示 分析GIS产生的原因，思考GIS所起的作用。

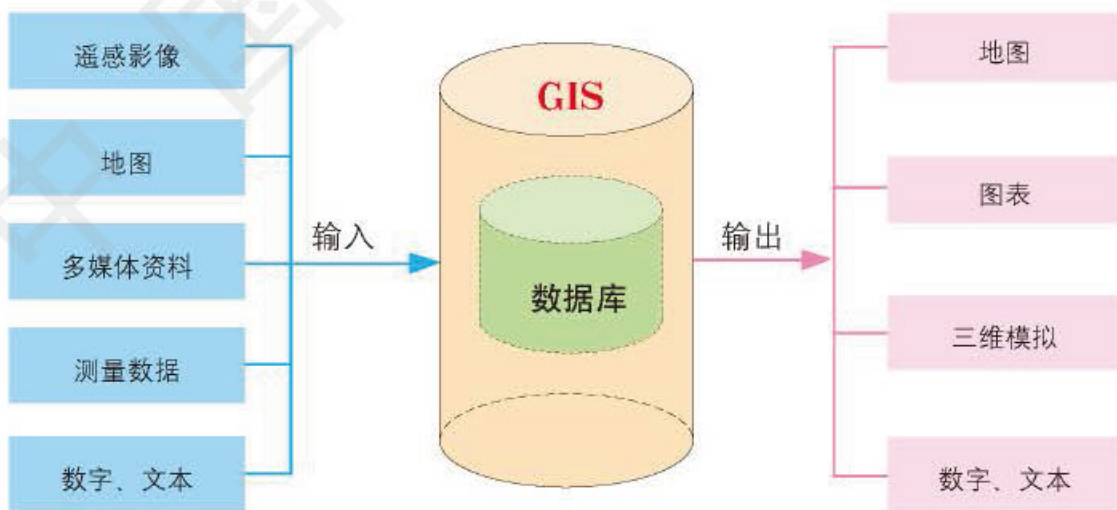


图4-1-2 GIS的工作原理

阅读



GIS的产生与发展

20世纪60年代,因计算机科学与地图学、航空摄影测量技术的结合,逐渐汇集了各种来源的大量数据,人们需要借助计算机处理分析这些数据,以数字和地图方式输出一系列结果,为涉及空间地域的决策过程提供重要信息。这些需求和相关技术的逐渐发展,导致了GIS的产生。

60年代末,加拿大建立了世界上第一个正式运行的地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和土地规划。70年代,获取、处理和输出地理数据的技术显著改进,促使GIS迅速发展,并在国际上得到重视。

80年代,GIS的理论、方法和技术设备日趋成熟,出现了一些有代表性的GIS基础软件,人们更注重GIS在空间分析与辅助决策中的作用。GIS应用领域迅速扩大,从资源管理、农业发展等专题领域向区域综合开发及全球性问题探索的复杂应用发展。

90年代,GIS已成为许多机构必备的工作系统,社会对GIS的认识普遍提高,需求大幅度增加,网络技术与GIS的结合进一步扩展了GIS的服务空间,从而导致GIS应用的扩大与深化。

GIS的组成

GIS主要由4个部分组成:硬件系统、软件系统、数据和应用人员。

硬件系统指用来输入、存储、输出数据和运行GIS软件的计算机设备。这些设备包括计算机、数字化仪、扫描仪、绘图仪和打印机等。

软件系统指GIS运行所必需的各种程序,是GIS的核心,具有

数据的采集与处理、数据库管理、查询与显示、空间分析、应用模型及地图绘制等功能。常用的GIS软件有美国的ArcGIS、MapInfo,中国的SuperMap、MapGIS等。

数据指以地球表面空间位置为参照,描述自然和社会经济等各方面的图形、图像、文字和数字等,是GIS处理的对象。

应用人员指GIS的创建者和服务对象,包括使用GIS的用户和进行系统构建、管理、维护的专家。



图4-1-3 GIS的组成

利用GIS可以解决的基本问题

作为地理信息的处理与分析系统，GIS的功能遍及从数据采集、分析到应用的全过程。利用GIS可以解决以下基本问题：

与位置、分布有关的问题 利用GIS可以回答与“地点”“状况”有关的简单定位问题，如“颐和园在哪里？”“武汉市有多少所医院？”等。利用GIS还可以解决查询特定条件下地物的位置及状况等问题，如在指定城区寻找距交通干线不超过1千米、面积大于3 000平方米、坡度小于3°、无保护性和永久性建筑物覆盖、适合建设大型超市的地点。

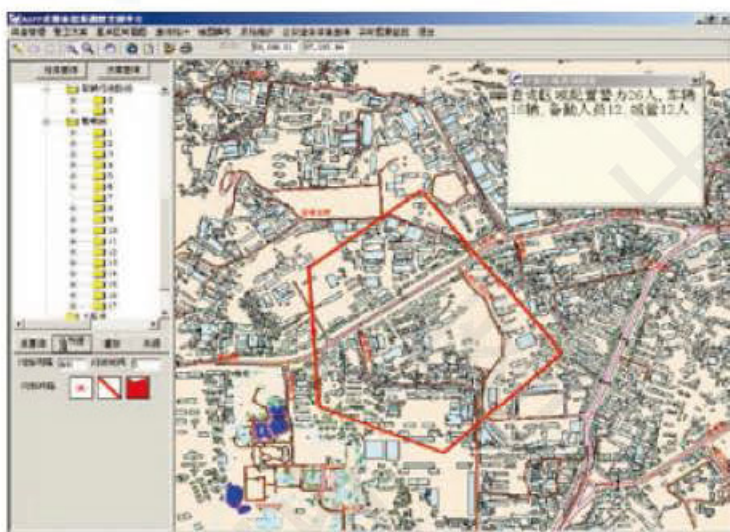


图4-1-4 利用GIS查询特定条件下的地物分布
利用GIS查询指定城区（红色范围线）内的警力配备状况，查询结果直接显示在屏幕上。

趋势分析 在GIS中利用多时段的数据获得地理事物时空变化的信息，可分析其相应的发展趋势。例如，利用人口数据，分析近20年城市外来人口的增长及分布变化趋势；利用道路车流量实时监控的数据，确定车辆行驶的最佳路线。

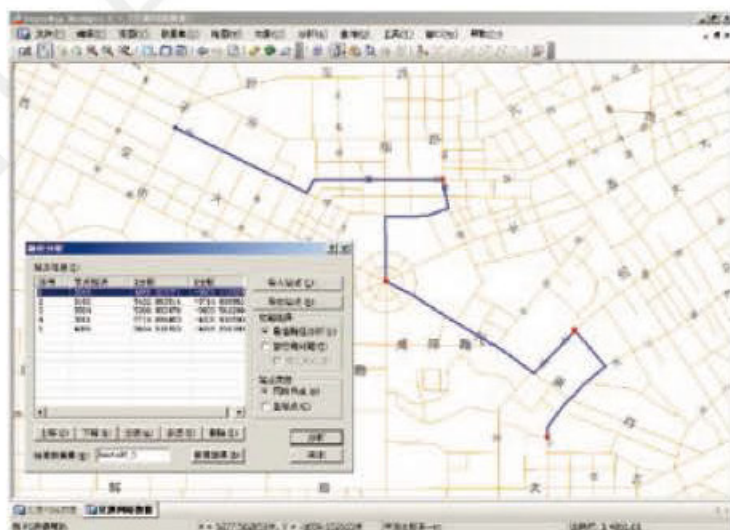


图4-1-5 用GIS找出车辆行驶的最佳路线

模拟问题 利用GIS,可以将已掌握的地理规律用数学方法表达出来,即建立模型,以模拟其中某些因素变化后将产生的结果。例如,建立洪水预测模型,就可以预知某个地区在降水过程中,降水量、降水强度、降水持续时间与洪水发生时间、可能淹没范围之间的关系。

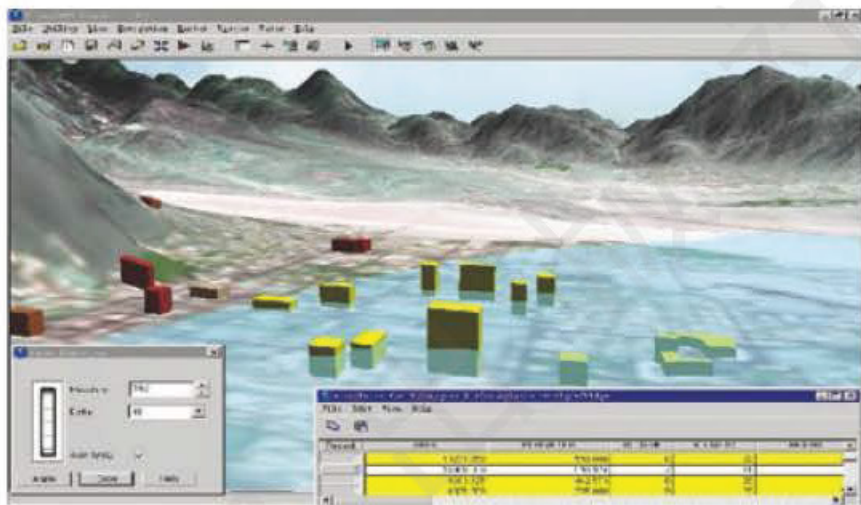


图4-1-6 用GIS模拟发生洪水后可能被淹没的范围

案例研究 GIS在上海供电系统中的应用

上海市供电局沪西供电所供电区域面积为50.24平方千米,供电区域常住人口有150万,输电线路地域分布广,地理环境复杂,工程及结构图纸数据量极大,迫切需要高效的空間信息管理技术,以实施有效管理,提高科学分析与决策的水平。为此,供电所将GIS应用到供电管理中。

利用GIS,可以把沪西供电系统大量的输配线路和变电站直观地显示在屏幕上,电网管理人员对电网运行情况一目了然。GIS与电网自动化控制系统相结合,如果哪条线路或者哪个电站出现问题,电网自动化控制系统就会及时发现,并将信息传送给GIS。通过查询和分析,GIS将问题发生的地点和可能影响的区域显示出来,自动搜索并调配距离最近的输电线路加以补救,保证受影响区域内的连续供电。对可能影响到供电网线的其他市政工程,还可以根据GIS提供的准确线路数据,进行工程辅助设计,极大地减少工程设计人员的工作量。上海市沪西供电所利用GIS实现了对电网的现代化管理。

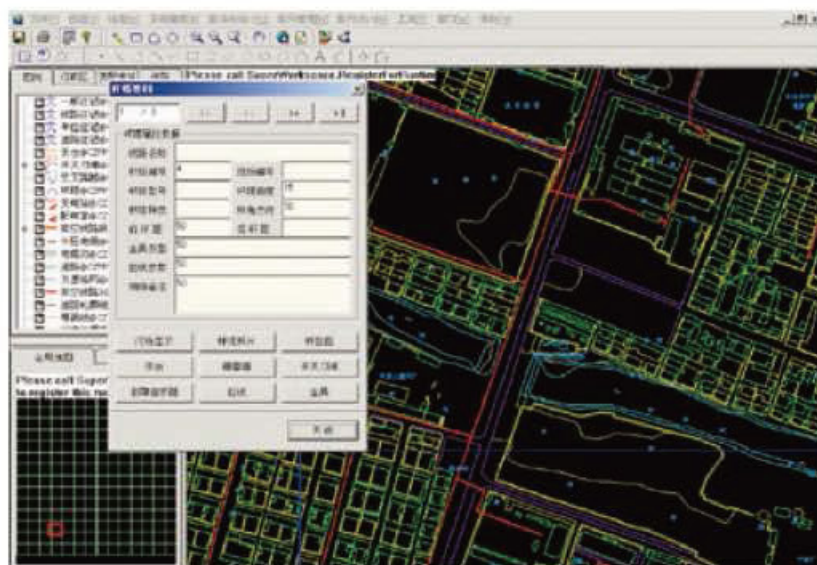


图4-1-7 GIS应用于电网管理



思考

结合上面的实例，思考GIS为电力系统的管理提供了哪些帮助，GIS还可以应用到哪些类似的管理领域。

复习题

1. 简述GIS的基本工作原理。
2. GIS由哪几个部分组成？
3. 利用GIS能解决哪些基本问题？

课题4

检查进度

熟悉一种GIS软件的基本操作。

第二节 GIS的基本功能

探索

GIS与洪水预测

中国水资源分布很不平衡，各地降水量和河川径流量在年内和年际间的变化幅度也很大，因此水旱灾害频频发生，几乎年年有灾，造成严重的经济损失。由于水旱灾害的发生时间和范围都难以准确预测，所以不利于防灾、救灾工作的开展。随着GIS技术的发展，各地纷纷建立洪水预报系统，借助遥感对洪涝灾害进行实时监测。在洪水未发生时，GIS可根据与洪水发生有关的要素进行分析，预报洪水可能发生的情况，使有关部门做好准备；当洪水发生后，GIS能快速确定淹没范围，计算受灾面积，对灾情进行快速评估，使有关部门能够及时进行防洪调度，合理安置灾民。

思考 你认为在防洪、抗洪工作中应用GIS的原因是什么？GIS能起到哪些作用？

学习指南

- ◆ GIS具有哪些基本功能？
- ◆ GIS的基本功能都是如何实现的？

提示 通过对教材中列举的实际操作，加深对GIS功能的理解。

使用GIS，首先要把各种不同形式的地理信息转换为数字形式输入计算机，通过数据处理构建成相应的地理信息数据库，然后就可以根据需要进行相关地理信息的查询检索、空间分析、地图编制等工作。因此，一套完整的GIS包括了处理地理信息的多个步骤和功能，其基本功能有：数据的获取与管理、数据的处理与变换、空间查询与分析、地图的制作与输出。

数据的获取与管理

数据的获取 GIS的数据获取包括空间数据采集和属性数据输入。空间数据采集主要有3种途径：常规地图数字化，遥感影像数据输入，通过测绘仪器或GPS获取。

常规地图数字化是最常用的空间数据获取方法。因使用的设备不同，又可以分为两种作业方式：一种是使用数字化仪手扶跟踪数字化，另一种是扫描地图后的屏幕跟踪数字化。

使用数字化仪是进行地图数字化最基本的方法。将地图平放在数字化仪(digitizer)的图板上，通过手持类似鼠标的带细十字丝标志的跟踪头，跟踪记录地图上各种要素图形的坐标值。数字化仪内预置了电子坐标网，能将跟踪头上细十字丝标志中心在图板

上的位置转换为(x,y)坐标值,并存入计算机,从而实现由地图到空间坐标数据的转换。



图4-2-1 使用数字化仪手扶跟踪数字化
左为数字化仪图板,右为对地图进行手扶跟踪数字化作业。

屏幕跟踪数字化是进行地图数字化的另一种常用方法。先用扫描仪将地图扫描成图像,然后在GIS软件中,通过鼠标在屏幕上跟踪描绘图像中的各类地图要素,将图像转绘成由坐标点构成的点、线、面,从而实现不同地物要素的屏幕数字化。这种方法比数字化仪手扶跟踪数字化更易于操作,其中部分过程可由软件自动完成。



扫描地图



扫描后得到的图像



屏幕跟踪数字化

图4-2-2 扫描地图后的屏幕跟踪数字化

初步完成地图上的某类要素数字化后,还需要进行细致的编辑修改,以消除数字化过程中的错误和误差,如点位不正确、线段过长或过短、区域不封闭、比例不准确等。



活动

在一种GIS软件中练习地图屏幕数字化,并对空间数据进行编辑修改,然后在数据表中输入相应的属性数据。

采集地物空间坐标的同时,还需要输入相应的属性数据。属性数据一般通过计算机键盘输入,即在采集完某类要素的空间数据后,在数据表中集中输入相应的属性信息;也可通过导入已有的数据文件输入属性数据。属性数据通常采用数据表形式存储和管理。

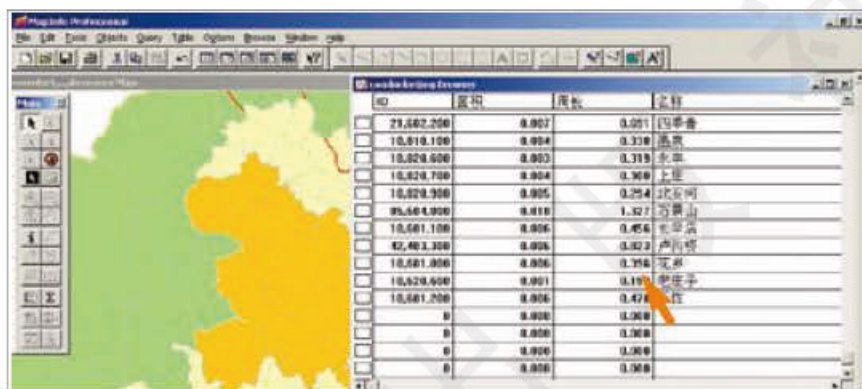


图4-2-3 在数据表中输入属性数据

数据的组织与管理 在GIS中,空间数据通常有两种表达方式:矢量数据(vector data)和栅格数据(raster data)。

矢量数据的基本单位是(x,y)坐标点,多个坐标点组成一条线,闭合的线可以组成面。地图数字化得到的数据是矢量数据,这种数据表达地物空间关系明确,精度高,数据量小。

栅格数据的基本单位是一定大小的像元,不同颜色、亮度的像元组成矩阵。扫描得到的图像、遥感影像等都是栅格数据,适合计算机运算处理,但数据量大,精度受像元大小的影响。

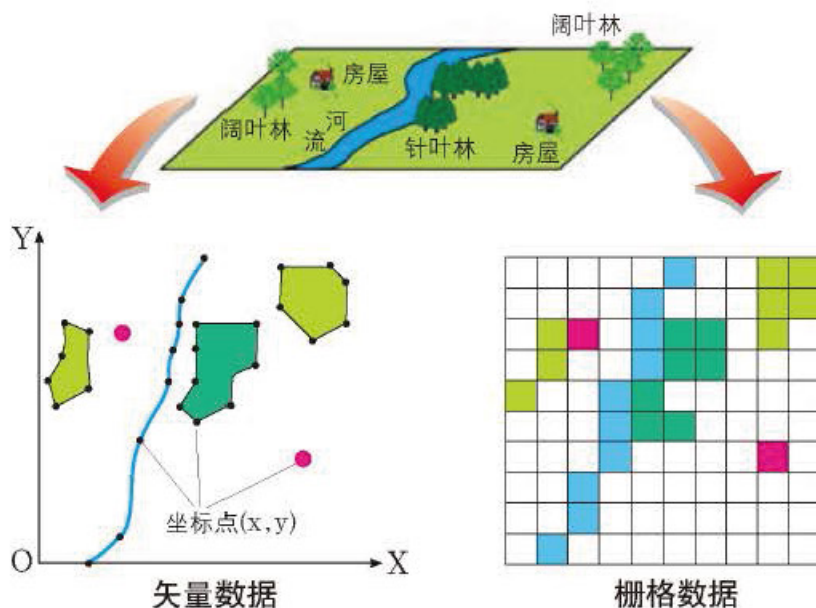


图4-2-4 矢量数据和栅格数据

地图上地理事物的几何形态通常表现为点、线、面等不同形式的组合。GIS也将地理数据分成点、线、面等不同类型，并分别归入不同的数据集，每个数据集作为一个单独的图层，每个图层中的数据所对应的地理事物具有相同的特征，GIS以此实现了对数据分类、分层的管理。

图层方便了GIS对不同特性事物的数据进行管理和应用：通过开、关图层的操作，可以任意选择、组合内容要素；在编辑修改某项要素或进行空间分析时，可以只显示相关的图层，从而提高工作效率；在编制专题地图时，还可以设定图层显示比例，以控制不同显示比例情况下地图内容的取舍。

GIS利用数据库技术实施数据管理。其中，属性数据常采用关系型数据库，空间数据多使用特定的空间数据库。



图4-2-5 地理数据的分图层管理

把某地区的地理数据分成点、线、面等不同类型。点类可进一步分为测量控制点、独立地物（如水塔、变电所）等多个图层；线类进一步分解为河流、道路、等高线、电力线等多个图层；面类进一步分解为行政区域、居民点、植被、湖泊等多个图层。把这些图层“透明叠合”即可表达该地区完整的地理信息。



活动

层显示的方法。

在一种GIS软件中练习显示或关闭某个图层，掌握改变图

数据的处理与变换

GIS的空间数据常由多幅地图拼合而成，因此需要对地图进行合并及接边处理；进行地图局部的开窗放大显示、漫游等操作时，需要对整体区域的特定范围进行剪裁处理；当所需的空間数据来自不同的地图投影或坐标系统时，需要通过地图投影变换或坐标变换使数据达到统一。

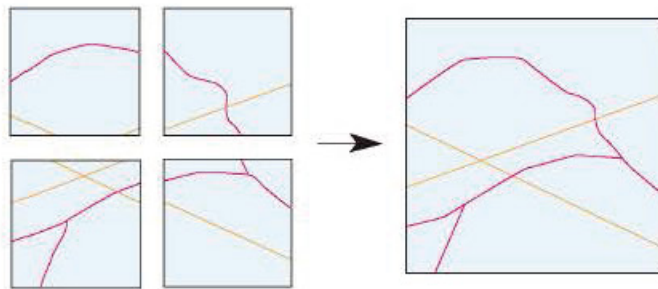


图4-2-6 图幅的合并和接边

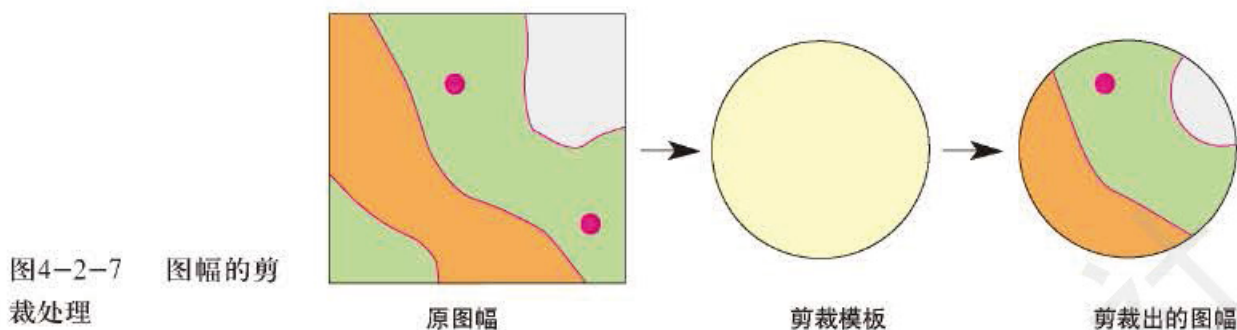


图4-2-7 图幅的剪裁处理

GIS采集到的数据多是矢量数据，但在进行空间分析时，采用栅格数据往往效率会更高。因此，矢量数据与栅格数据的相互转换也是GIS数据变换的重要功能之一。

空间查询与分析

空间查询(spatial query) 是GIS最基本的功能之一，主要有两种方式：

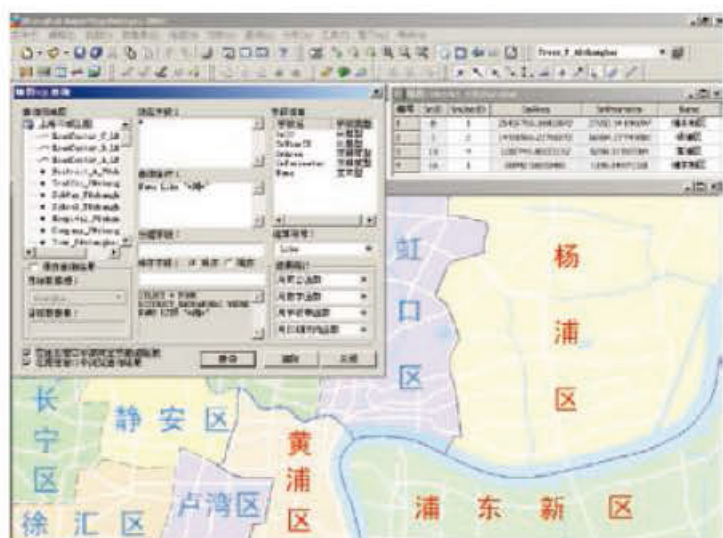
- **图形与属性的关联查询** 在地图窗口中，选择任意一个区域或地物，都可在属性列表窗口中显示该区域或地物相应的属性信息；同样，在属性列表窗口中选择任意一行属性数据，在地图窗口中就会突出显示对应的区域或地物图形。



图4-2-8 关联查询

在地图上选择巴西时，就显示出巴西的属性信息，如左图；当在属性数据表中选择巴西时，地图上的巴西就会以突出的形式显示，如右图。

- **复合条件查询** 也称SQL(structured query language, 结构查询语言)查询，是GIS中利用属性信息查找满足多个特定条件的空间目标的查询方法。例如，可以在上海城市管理地理信息系统中查询名称中包含“浦”字的市辖区。



活动

在一种GIS软件中利用中国地图练习图形与属性的关联查询，利用复合条件查询方法查看京广铁路穿越的省、直辖市。

图4-2-9 查询上海市名称中包含“浦”字的市辖区

查询结果既显示在属性窗口列表中，也以高亮方式显示在地图窗口中。

空间分析 是基于地理对象的位置和形态的空间数据分析技术，是GIS的核心功能，也是GIS与其他信息管理系统的本质区别。GIS有两种重要的空间分析技术：

- **叠置分析(overlay analysis)** 是GIS中非常重要的一项空间分析功能，是在两个数据集（图层）之间进行的一系列集合运算，可综合原来两种要素所具有的属性。例如，将某地区的土地类型与某种作物的土壤适宜性叠置，可以得出该种作物在该地区的最佳种植区域。

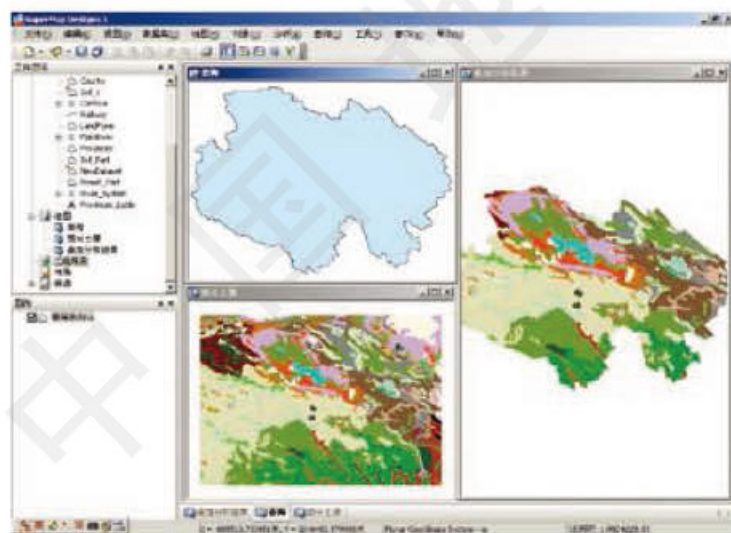


图4-2-10 叠置分析

把中国青海省的行政区域范围与中国土壤类型叠置，得到青海省土壤类型的分布结果。

- **缓冲区分析(buffering analysis)** 是根据指定的距离，在点、线或多边形实体周围自动建立一定宽度的区域范围的分析方法。

例如，考察一条供水线路的供水能力，需要统计沿线500米内有多少房屋。以这条供水线路为中心，设定缓冲半径为500米，GIS即会

创建一个距供水线路两侧各500米宽的缓冲区。再用新生成的缓冲区边界与城区图叠置,就可知道供水线路沿线500米内的房屋数量。



图4-2-11 点、线、面的缓冲区



图4-2-12 对供水线路进行缓冲区分析

地图的制作与输出

GIS的一个突出特色就是大多数信息和分析结果都是以地图和图表的形式直观表达。因此,编制和输出各种地图是GIS重要的功能之一。

当我们把某个区域的等高线、水系、道路、行政区域界等基本地理要素输入GIS后,它们都表现为简单的点、线、面,但当用地图符号表现这些要素,并将各图层透明叠合显示时,就成为我们熟悉的地图。

在GIS中,与空间数据对应的属性数据常常有多项,如一个地区的人口、工业产值、学校数量等。利用这些属性数据,选择好制图类型和符号,就可以编制出各种专题地图,如人口分布图等。GIS的各种空间分析结果也常常以地图的形式表达。功能较全的GIS软件还可以输出遥感影像地图以及三维动态模拟地表景观。

在GIS中做好地图后,还可以在“布局窗口”进行适当的修饰,如加入图名、图例、图廓等,也可以调整各项内容的图面布局。

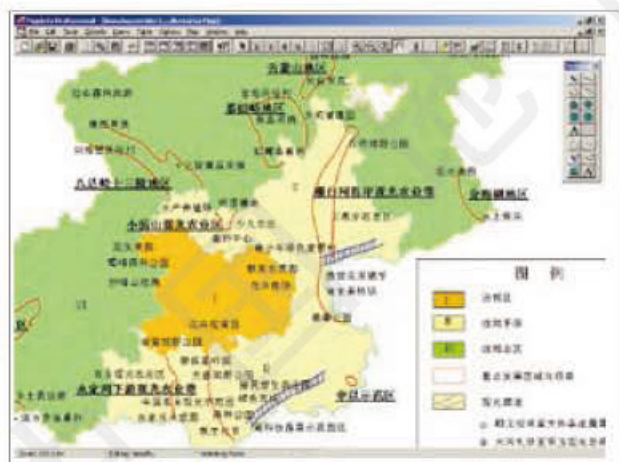


图4-2-13 利用GIS制作专题地图

利用GIS中的数据,制作北京郊区观光农业规划布局图。



活动

在一种GIS软件中练习制作中国人口分布图,掌握利用GIS编制专题地图的方法。

案例研究 GIS与退耕还林还草

退耕还林还草是中国西部地区生态环境建设的重要措施，也是西部大开发的一项重要内容。在具体实施过程中，经常需要了解地面坡度与土地利用之间的关系。因为地面坡度的大小直接影响着土壤的演化、植被的生长与土地质量等，决定着土地利用方向和退耕还林还草的建设布局。陕西省绥德县在实施退耕还林还草工作中，利用GIS进行辅助决策，给工作带来了极大的便利。

在此项工作中，应用GIS的目的是根据地面坡度找到不适合用作耕地、必须进行退耕还林还草的地区。根据多年试验，在黄土丘陵沟壑地区，坡度小于 6° 的坡地可用作耕地，在 $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之间的坡地可修筑梯田，在 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 之间的坡地既可修筑梯田也可种植林木，大于 25° 的坡地不适合耕作。因此，需要借助GIS找到地面坡度大于 25° 且仍用于耕作的地区，这些地区必须退耕还林还草。

GIS可以利用的基本信息源有两个：绥德县数字高程模型和土地利用现状图。工作步骤是：首先，根据数字高程模型计算出各地区的坡度，以坡度 25° 为界分为两级；然后，输入土地利用现状图，提取土地类型，找到当地耕地、林地、草地的分布范围；最后，将这两个图层叠置分析，找到坡度大于 25° 且仍用于耕作的地区。这些地区就是必须退耕还林还草的地区。



思考

在这个实例中，应用了GIS中的哪些空间查询与分析的功能？对退耕还林还草的决策有哪些帮助？

复习题

1. 怎样把地图上的地理要素转换为GIS的空间数据？
2. 空间查询有哪些方式？
3. 简述空间分析的主要方法和作用。

课题4

检查进度

收集每个同学家庭住址等相关数据，数字化你所在地区的地图。

第三节 GIS的应用领域与发展趋势

探索

智能化的消防系统

在中国某些大城市，当有人拨打119火警电话时，不需要他说出居住地址、楼层等信息，控制中心就已经知道他的位置了。其实，119火警台的电话一响，监控室的大屏幕地图上就会显示出报警人所在位置、周围环境等相关信息；接着，屏幕上会显示出距离火灾地点最近的消防队及消防队的联系电话、负责人姓名，还有该消防队的配套设施情况等信息。这一系列智能化的快速反应，与GIS的应用密不可分。当监控室发出指令后，参与灭火的每一辆消防车上的车载导航系统会立即帮助司机选择一条最佳的行车路线，最大限度地为灭火工作争取时间。

思考 根据以上资料，说一说GIS是如何应用在消防工作中的。你能举出GIS应用在其他领域的例子吗？

学习指南

- ◆ GIS在资源管理中有哪些应用？
- ◆ GIS如何辅助决策？
- ◆ 如何利用网络GIS查询有关信息？

提示 学习GIS在各领域的应用时，注意思考GIS在该领域主要是解决哪些基本问题，并加以总结。

进入21世纪以来，GIS技术和功能日益完善。依靠系统中存储的海量地理数据及其强大的分析、处理功能，GIS已成为国家宏观决策和区域开发、城市管理与服务的重要技术工具，应用范围已扩展到国情综合调查、资源开发、区域发展规划、环境保护、灾害防治等领域。

GIS在地图编制中的应用

GIS源于计算机地图制图。随着GIS的不断发展，特别是空间数据库技术和图形图像技术的完善，GIS为地图编制带来了全新的变化。在汇集了详实的空间信息和丰富的属性信息基础上，利用GIS的数据管理、空间分析及多种制图功能，可以编制出各种普通地图和专题地图，并以多种方式输出，从而使地图的成图周期大大缩短，成图精度明显提高。而基于GIS的数字地图、网络地图、多媒体地图等一批崭新的地图形式更使地图的品种日益丰富，极大地促进了人们对地图的应用。

GIS在现代社会管理中的应用

现代社会的管理是通过对信息的管理实现的。各种管理所涉

及的信息绝大部分都与地理空间有关。大到整个国家，小到一个社区，实施高效的管理必然需要空间信息，GIS因此发挥着日益重要的作用。

以城市治安管理为例，不同治安分区的街区环境、人口构成、经济发展、发案率等情况各异，利用GIS进行相关空间分析，可以为不同治安分区确定出最佳的警力配备，为制定应对紧急情况的行动方案提供详实的参考。



图4-3-1 北京市宣武区警用地理信息系统

利用警用地理信息系统可以查询和分析与警务相关的信息，为治安管理、警力部署、巡逻布控、安全警卫等公安业务提供行之有效的管理手段。

在城市建设与规划中，规划部门依据城市规划方案，借助GIS对各种建设施工方案进行分析，判断是否符合各种规范，如建筑物高度和密度、交通和绿化用地、管线布设等，并利用三维模拟图显示不同方案的效果，最终批准符合要求的方案。



图4-3-2 GIS用于城市规划

资源清查是GIS最基本的职能。在土地资源管理中,利用GIS可以对各类用地进行查询和统计分析,实现对土地利用现状、土地使用性质变化、地块轮廓以及权属关系变化的管理。

GIS在辅助决策中的应用

利用GIS拥有的数据库,通过一系列决策模型的构建和比较分析,可以为国家宏观决策提供依据。例如在GIS系统支持下的土地承载力的研究,可以为决策者提供土地资源与人口容量及环境容量的不同规划方案。我国在三峡地区环境的研究中,利用GIS建立环境监测系统,获取了建库前后环境变化的数量、速度和演变趋势等可靠的数据。20世纪90年代以来,我国已经建成并不断更新以“综合国情地理信息系统”为核心的全国行政机关办公决策服务系统,其中包括多种比例尺的电子地图、政务信息以及工业、农业、能源、交通、电信、科技、金融、土地利用、气象、灾害等多种信息。该系统已在中央和许多省级行政单位使用,受到各级政府的高度重视和好评。

GIS的发展趋势

GIS正朝着多维化、网络化、移动化、集成化等方向发展。

随着GIS应用的不断深入和用户群体的不断扩大,GIS的二维数据操作与分析已不能满足客户要求,客户更需要对三维数据甚至多维数据进行分析、操作与表达。任何地理现象都有时空变化,如区域人口的变化、洪水的动态变化、土地利用的时空变化、城市

的时空动态变化等,对这些时空变化进行分析和模拟时,不仅需要三维显示,还需要时间维度,因此促进了GIS向多维化方向的发展。

网络将人们带入了信息化、数字化的时代。网络GIS的发展将使政府、企业和公众通过网络来获取需要的各种地理信息,并可以进行空间分析和决策。人们利用网络,在家中或办公室就能完成复杂的空间查询和分析工作。不同的GIS系统之间也将实



图4-3-3 数字扬州网络GIS

现数据共享,在高速宽带网络支持下,分布于不同空间位置的GIS之间可以交流信息、协同工作。GIS网络化是GIS走向社会化和大众化的最佳途径。

阅读



网络GIS

网络技术的发展已渗透到世界的各个领域,网络技术与GIS相结合就产生了网络GIS。它把GIS数据及其查询、分析工具广布在国际互联网中不同的计算机上,用户只要输入相应的网址,就可从网络的任何地方访问这些数据,浏览和查询地图,编制专题地图,甚至进行复杂的空间分析。网络GIS使地理数据的概念扩展为分布式的、超媒体特性的、相互关联的数据,使地理信息的应用与传播更加广泛而快捷,全世界各地区、各种形式的空间数据因此可构成人类共享的地球信息资源。

GIS进一步发展,将与掌上电脑、手机、汽车、飞机、轮船和农业机械等相结合,从而实现GIS的移动化。

如果把GIS的各种功能分解成多个具有独立功能的控制组件,用户就可以根据自己的需求,用所选组件构建自己的GIS应用系统。GIS这种集成化的发展,使用户具有了更大的灵活性和自主权,为满足用户的不同需求提供了方便。

随着地理信息产业的建立和数字化信息产品的普及,GIS必将深入到各行各业乃至千家万户,成为人们生产、生活、工作和学习中不可缺少的工具和助手。

案例研究 城市公园分布是否合理

加拿大多伦多市的一个民间组织曾向市政府提出:多伦多市公园的分布是偏向富人居住区的,因此应当在市内贫困区再增建公园和其他公共娱乐设施。在决定是否增建公园前,市政府需要先调查市内公园的分布是否确实偏向了富人居住区,即是否有50%以上的贫困居民居住区远离公园。为此,多伦多市政府求助于GIS来了解城市公园的分布是否合理。

这个事件涉及两个关键词:“贫困居民”和“远离公园”,分别与居民的富裕程度(富裕度)和到公园的方便程度(便捷性)相

关联。富裕度可以用收入来衡量，便捷性可以用到公园的距离来确定。对此，GIS中采用了如下定义：

贫困：收入低于全市平均收入；

富裕：收入等于或高于全市平均收入；

距公园近：从居住区到公园的距离小于或等于全市居住区到公园的平均距离；

距公园远：从居住区到公园的距离大于全市居住区到公园的平均距离。

根据以上定义，将全市居民按居住小区分成4个集合：贫困且距公园近、富裕且距公园近、贫困且距公园远、富裕且距公园远。

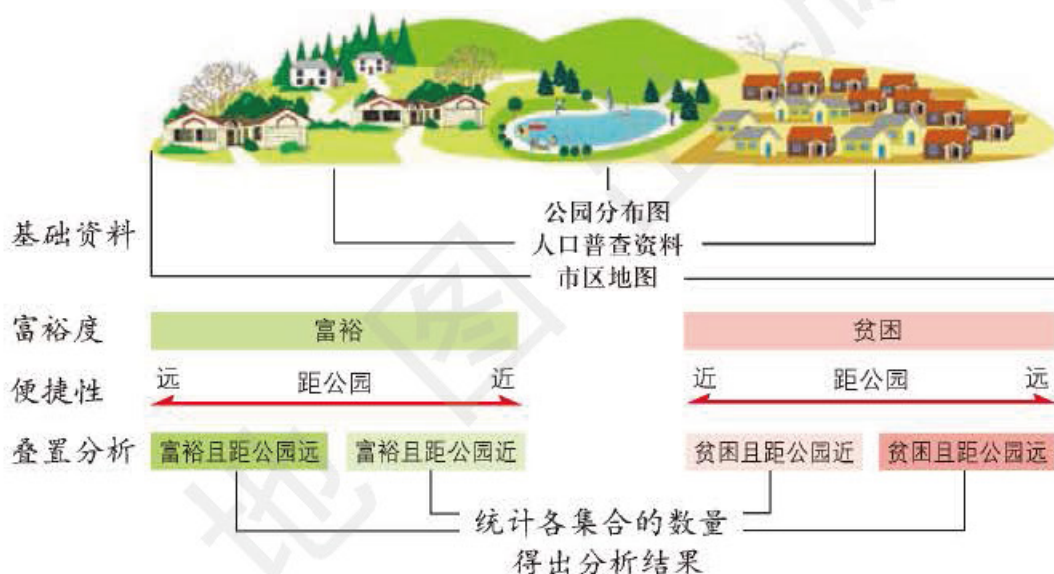


图4-3-4 应用GIS分析城市公园分布的合理性

为解决这个问题，需要用到人口普查资料。资料上记录着每个人口普查小区的平均收入、总人口数、总住户数和编码。根据编码可以在市区地图上查找到相应的小区，也就是说，人口普查资料中包含了小区的地理坐标和居民收入情况。另外，要得到每个小区到公园的距离，就必须有全市所有公园的地理分布数据。因此，要明确多伦多的公园分布是否合理，需要3项基础资料：多伦多人口普查资料、市区地图、全市公园分布图，把这些资料输入GIS就可以进行分析了。

根据小区平均收入和总人口数，在GIS中计算出全市居民平均收入，通过查询功能区分出“贫困”小区和“富裕”小区。然后，计算出每个小区到所有公园的平均距离，以及所有小区到所有公园的平均距离，以此区分“距公园近”的小区 and “距公园远”的

小区。最后通过叠置分析功能找到“贫困且距公园近”和“贫困且距公园远”的小区。

最终的统计结果是：贫困且距公园远的小区的数量少于贫困且距公园近的小区的数量。这个结果说明该民间组织的说法与事实不符，多伦多市公园的分布没有偏向富人居住区，因此不需要在贫困居民居住区增建公园。



思考

在这个案例中，加拿大多伦多市政府是如何利用GIS来分析与解决问题的？从中体现了GIS的哪些功能？回顾并总结GIS解决此类实际问题的过程与方法。

复习题

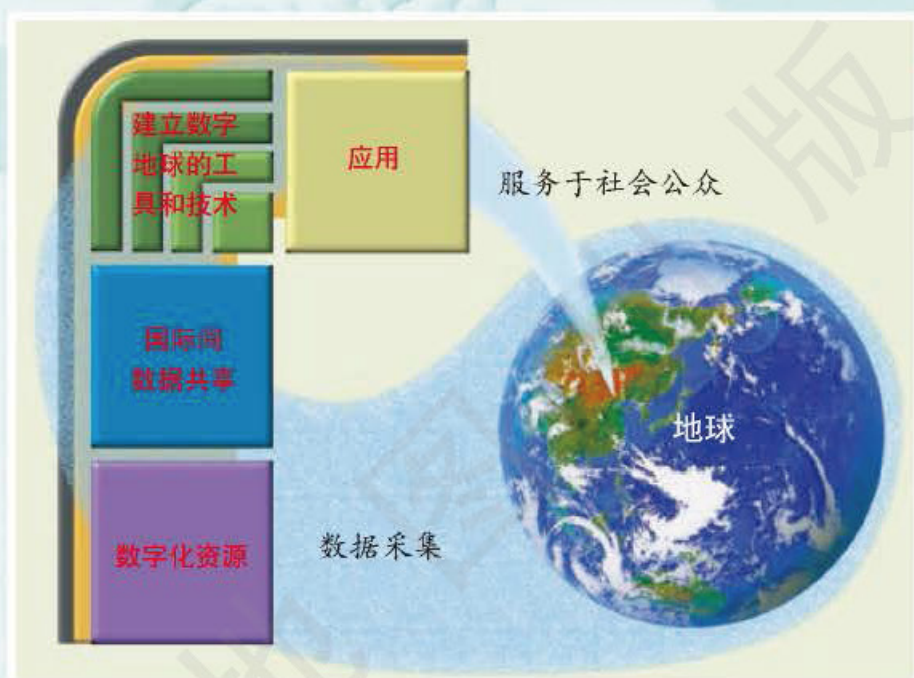
1. 你认为国民经济建设的哪些领域、哪些部门更需要应用GIS?
2. 尝试为本地区的某个部门提出应用GIS的建议，要说明其理由并提供简要方案。
3. 在网络上收集GIS应用于军事领域的实例。

课题4

检查进度

输入同学基本情况信息，进行查询和统计，并输出专题地图。

第五章 ◆ 地理信息技术的 综合应用



随着计算机技术的发展，国民经济各部门对地理信息的需求越来越多，要求也越来越高。为适应这种需求，需要综合利用3S(RS、GPS、GIS)技术等手段把地球上的基本生活环境以数字方式输入计算机，以便于管理、查询和提供服务，最终实现地理信息技术的综合应用，建立起数字地球。



主要内容

第一节 3S技术的综合应用

82 3S一体化技术

82 3S一体化技术的应用

第二节 数字地球和数字城市

86 数字地球

87 建立数字地球的关键技术

89 数字城市及其应用前景

课题5 畅想你心中的数字地球

3S是RS、GPS和GIS的总称。3S一体化技术就是三者的综合应用，但并不是三项技术的简单叠加，而是在网络环境的支持下，通过三项技术的有机结合实现信息的获取、处理及应用一体化。3S技术最重要的应用就是实现数字地球，即建立一个完整的、信息化的地球虚拟对照体。数字地球的实现，必将极大地改变人类社会生活的各个方面。请同学们收集相关资料，了解数字地球的基本内容，在此基础上畅想未来的数字地球。

课题目标 写一篇文章，题目是《我心中的数字地球》。在这篇文章中应包括以下内容：你对数字地球的理解，数字地球的各种功能，实现数字地球后人类社会将产生的变化，数字地球给人们带来的便利和可能导致的社会问题。要完成这个课题的研究，你需要做好以下工作：

- ◆ 认真学习本章内容。
- ◆ 收集并整理数字地球的相关资料。
- ◆ 撰写一篇文章。

课题准备 预习本章内容，了解3S一体化技术和数字地球、数字城市的研究现状及应用案例。数字地球的内容包罗万象，涵盖多个学科领域，因此需要同学们对数字地球的概念、组成和功能有比较深入的了解并收集尽可能多的资料，这样才能展开更加丰富的联想。

检查进度 在学完这一章的同时，也要完成这个课题的研究。为了按时完成课题的研究，应在以下各阶段检查研究进度。

第一节 第85页：在学习本节内容的基础上，复习以前学过的相关章节内容，收集有关数字地球的资料。

第二节 第93页：全班同学组织课堂讨论或专题演讲，交流个人收集的资料，畅谈对数字地球感想。在此基础上，展开丰富的想象，每人写一篇畅想数字地球的文章。

总结 数字化已经深入到人们日常生活的各个方面，对数字地球的畅想，有助于拓宽思维空间，提高学习兴趣，巩固所学知识。

第一节 3S技术的综合应用

探索

1+1+1>3

1968年,美国“阿波罗”8号宇宙飞船在太空中拍摄了地球的影像,人们开始利用RS来重新认识地球。GPS的应用,使人们很容易就能完成对地表空间任一位置的准确定位。随着计算机技术及数字化、自动测量、自动绘图等设备的不断完善,人们广泛利用GIS存储、管理和分析各种地理信息,从而进入了高效、多维、动态、交互的数字信息时代。3S一体化技术将RS、GPS、GIS三种技术领域中的有关部分与网络技术、通信技术等其他领域高新技术有机地结合,构成一个整体,可以更优化资源配置,更高效地获取与处理信息,从而提高应用信息的能力,达到“1+1+1>3”的效果。

思考 在3S一体化技术中,RS、GPS、GIS分别起什么作用?为什么可以达到“1+1+1>3”的效果?

学习指南

- ◆ 什么是3S一体化技术?
- ◆ 3S一体化技术的作用是什么?
- ◆ 3S一体化技术可以应用在哪些方面?

提示 在学习过程中,可以采用列表的方式,比较3S技术各自的特点,并进行分析。

3S一体化技术

3S是RS、GPS、GIS的总称。3S一体化技术指RS和GPS的信息采集和处理与GIS的信息存储、管理、分析和输出有机地结合为一个整体,从而实现高效率地处理地理信息。

在3S一体化技术中,GIS是基础平台,处于核心地位,负责对RS和GPS获取的信息进行处理、分析和应用;RS主要用于获取数据,并保障对数据的不断更新;GPS负责精确测量和定位,获取地理坐标和高程数据,为遥感影像的配准、校正和GIS中地物位置的确定提供快速、准确的地理坐标信息。

3S一体化技术的应用

在网络技术的支持下,3S技术有机结合,可以更好地发挥各自长处,取得巨大的综合效益,为国民经济建设服务。因此,3S一体化技术被广泛应用于各个领域,如资源探测与管理、环境监控与管理、自然灾害监控与防治等。

资源探测与管理 3S一体化技术与常规地面数据采集技术相结合,可以对区域自然资源的分布及其动态变化进行快速、准确的

调查和评价,确定自然资源的数量、变化幅度、时间和空间分布,分析、预测自然资源利用的现状与前景。

在土地资源管理中,利用RS定期获取遥感影像,及时更新土地利用信息,利用GPS准确定位土地利用的变化范围,最后GIS可将各种信息汇集到土地利用空间数据库,对各类用地的现状变化做出分析与制图表达,为国家的土地资源管理提供客观详实的依据。

环境监控与管理 在研究全球环境时,利用3S一体化技术可以实现对环境要素进行动态监测与分析,获取环境变化的信息,及时、准确地了解环境突发事件的发展变化情况,并为事件的最终解决提供决策支持。

在研究厄尔尼诺现象时,先利用RS的红外探测手段,获得全球各海区表层水温的遥感影像;再利用GIS制作出全球海洋表层水温分布的专题地图,帮助分析厄尔尼诺现象产生与变化的规律。

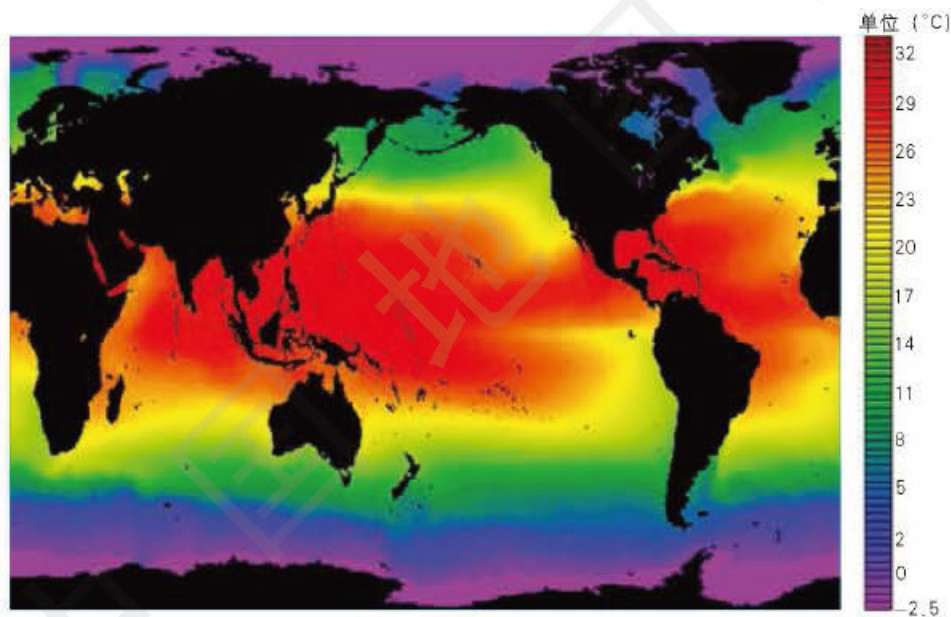


图5-1-1 全球海洋表层水温分布

该专题地图是依据1998年9月12日获取的遥感数据,利用GIS软件制作而成的。

自然灾害监控与防治 利用3S一体化技术,为监控与防治自然灾害提供技术支持和保障,可有效地避免或减少自然灾害对区域可持续发展的影响。

地质灾害监测系统是一个对地质灾害隐患点长期监测预警并能够有效管理空间数据的集成系统。它利用遥感手段对滑坡、崩

塌等灾害多发地点实施连续监测，并将获取的监测信息与相应的地貌、城市规划、监测点分布等空间数据输入GIS，共同建立灾害预测模型，做出灾情预测分析。

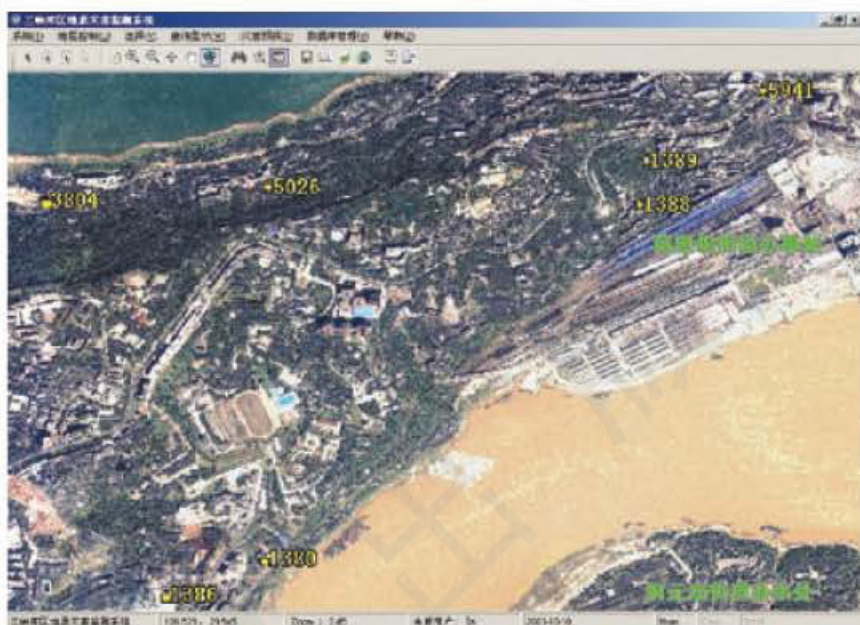


图5-1-2 中国三峡库区地质灾害监测系统

图中范围为重庆市部分城区，黄色数字标注的点位是地质灾害重点监测地点。

案例研究 3S综合应用于抗洪救灾

中国非常重视利用高科技手段防灾减灾，3S一体化技术也早已被应用于防灾减灾方面。经过20多年的研究和开发，中国现已建成了一套较为完整的洪涝灾害遥感监测业务运行系统。



图5-1-3 松花江流域部分地区发生洪水前的遥感影像



图5-1-4 松花江流域部分地区发生洪水时的遥感影像

1998年夏季,中国长江、松花江、嫩江等流域发生了特大洪水。中国政府综合应用3S技术对洪涝灾害进行监测,初步显示了3S一体化技术的巨大威力。6颗RS卫星对灾区进行了全方位的遥感监测;利用GPS的精确定位功能,对洪水泛滥地区的水坝等主要防洪设施进行了实地勘察,得到有关灾情的详细数据;在此基础上,利用GIS绘制出灾情数字地图,并与该地区原有数字地图进行叠加分析,得出被洪水淹没的农田、房屋的统计数据,获得防洪设施的利用情况和灾区损失情况等重要信息。最终得到3S技术监测图像100多幅,灾情分析报告近100篇。这些监测图像和灾情分析报告被及时送往国家和受灾地区的有关部门,有力地支持了各灾区的抗洪救灾工作。



思考

你还可以找到3S一体化技术在其他领域应用的实例吗?

试举例说明。

复习题

1. 3S技术由哪几部分组成?
2. 3S一体化技术中各组成要素之间有什么关系? 分别有哪些作用?
3. 3S一体化技术的综合应用对每个组成要素的发展有怎样的促进作用?

课题5

检查进度

复习以前学过的相关知识,收集并整理有关数字地球的资料。

第二节 数字地球和数字城市

探索

数字地球的来源

从20世纪70年代以来,信息技术几乎渗透到了所有的行业。信息作为一种重要的资源,越来越受到重视。信息资源的利用促进了产业结构的重组,加速了资金和技术流动,使得商业竞争趋于国际化。

1993年,美国政府提出建设“国家信息基础设施”,让高速计算机网络覆盖全美国的信息高速公路计划。1994年,美国政府又提出“国家空间数据基础设施”计划,它的实施使得人们能够方便地在信息高速公路上查询和获取与地理位置和地球有关的空间信息。两项计划的提出和实施,是推进美国社会信息化、占领信息产业制高点和主动权的重大战略步骤。

继美国之后,英国、法国、德国、意大利、俄罗斯等国家均制定了本国的信息社会发展计划,并采取切实可行的方针、政策来推动信息社会的发展;加拿大、澳大利亚、日本也紧随其后,大力开展本国的信息基础设施建设,实施信息高速公路计划。这些国家竞相研究、制定和实施本国的信息社会计划及信息技术发展纲领,形成了全球信息化浪潮。

1998年1月,美国提出了“数字地球”的概念。数字地球作为地球的信息化载体,可望从根本上满足全球对信息的巨大需求,并解决信息化社会所面临的海量数据闲置与信息饥渴同时存在的矛盾。数字地球的建设,可望带动一批信息相关产业的发展,增加就业机会,刺激经济增长。

思考 你认为促成“数字地球”概念提出的原因是什么?建立数字地球需要哪些技术支持?

学习指南

◆ 什么是数字地球和数字城市?

◆ 数字地球和数字城市需要的关键技术是什么?它们的应用范围分别是什么?

提示 收集有关3S技术和数字地球的资料,畅想数字化生活方式。

数字地球

数字地球指数字化的地球,更确切地讲,指信息化的地球。数字地球是通过遥感技术、全球定位系统、地理信息系统、虚拟现实技术、网络技术等多种技术的综合应用,把地球上每一个确定点的相关信息和数据组织起来,并进一步组合地球上所有类似的点,构造一个能包容自然和人类大多数数据和信息的虚拟地球。

数字地球以地理坐标为依据,具有多种分辨率的海量数据,可用多媒体和虚拟现实技术进行多维表达,是一个具有空间化、数字化、网络化、智能化和可视化特征的技术系统。形象地说,数字地球指整个地球经数字化之后由计算机网络来管理的技术系统。数字地球的核心思想有两点:一是用数字化手段统一处理地球问题;二是最大限度地利用信息资源。

数字地球主要由数据、操作平台和应用模型组成。数据包括全球大、中、小比例尺的空间数据,如各类多光谱、多时相、高分辨率的遥感卫星影像、航空影像、数字地图等,以及相关领域的文本数据,如资源、环境、人口、全球变化等文本信息。操作平台是一种开放式、分布式的、基于网络环境的软件系统,可以对各类数据进行更新、查询、处理和分析。应用模型是解决包括资源、环境、全球变化等各专业领域问题的一整套方法和计算机程序。



图5-2-1 数字地球示意

阅读



数字地球的特点

数字地球的数据具有无边无缝的分布式数据层结构;具有多源、多比例尺、多分辨率的矢量数据和栅格数据;既有现状数据,也有历史数据。它将成为人类历史上最大、最重要的信息系统。

数字地球具有可迅速扩充的、联网的地理数据库,以及可融合并显示多源数据的机制。运用具有传感功能的数据手套等设备,可对数字地球进行各种可视化操作。它是一个可视的三维虚拟地球。

数字地球以图像、图形、图表、文本报告等多种形式提供全球范围的数据、图像和知识,能满足客户的各种需求。

数字地球的数据资源按普通、限制、保密等不同等级分级组织,不同用户拥有不同的使用权限。无论数据提供者是谁,也无论数据存储在哪里,用户都可以在自己权限范围内,根据需求查询数字地球的信息。

建立数字地球的关键技术

建立数字地球,必须运用目前人类已经掌握的技术和正在研发的新技术,并且必须依靠多种高新技术的综合集成。其中的关键技术主要有:

全球高速网络与分布式大规模存储 全球高速网络与分布式大规模存储是建立数字地球的基础。数字地球的海量数据分布于遍及全球的不同数据库,这些数据库由不同国家的各相关机构建立和管理。因此,只有通过开放的全球高速网络才能实现全球信息共享。建立数字地球所需数据是海量的,不可能对海量数据进行集中采集,也不可能将分散采集的数据集中进行高密度、高速率的存储、压缩与处理,因此需要建立分布式大规模存储。

高分辨率遥感影像 高分辨率遥感影像是构成数字地球最基本的空间数据。遥感的高波谱分辨率技术主要用于对地物性质的识别。目前，遥感卫星可利用紫外线、可见光、红外线和微波等多个波段（最多可达240个波段），可利用的波段数越多，对地物数量、质量特征的辨别能力就越强，而空间分辨率的提高则使获得的影像越来越清晰。目前，民用遥感卫星对地观测的最高空间分辨率可达到0.05米，使地面上的资源、环境、社会与经济等主要内容都清晰可见，甚至可以识别一个人。



图5-2-2 QuickBird
卫星拍摄的高分辨率
遥感影像



图5-2-3 虚拟现实技术在数字战场中的应用

虚拟现实技术 虚拟现实技术是近年来出现的高新技术，综合运用了计算机图形学、人机交互、传感与测量、仿真、人工智能、微电子等科学和技术。虚拟现实技术利用计算机生成一个十分逼真的虚拟环境，可以让人通过视觉、听觉、嗅觉、触觉等感官去亲身感受。人们可以借助三维传感技术，如数字头盔、数字手套和数字外衣等，身临其境地与虚拟世界进行交互操作，甚至可以移动由计算机生成的虚拟物体，并通过传感器产生符合力学的逼真感受。

互操作技术 互操作技术指在不同的信息系统之间实现信息及信息处理功能的共享。GIS互操作技术能使基于不同硬件、软件系统的多个GIS之间实现空间信息处理的动态交互和协同工作。数字地球需要通过对地理信息的互操作技术,使散布于全球的海量空间信息及不同处理系统能相互交流与共享。

阅读



建设数字地球的意义

数字地球是未来信息资源的主体。人们在日常生活中所接触和利用的信息,有80%与地理空间位置有关,可以被纳入数字地球中。信息社会的发展,将改变人类的生存和发展方式,未来利益的分配和冲突也将会在很大程度上依赖对数字地球的控制。

数字地球为地球科学的知识创新与理论深化研究创造了实验条件,为信息科学技术的研究和发展提供了试验基地和没有“围墙”的开放实验室。数字地球将成为没有校园的、最开放的学校。数字地球建设将是一场具有深远意义的技术革命,并会促进新产业的诞生和产业规模的扩大,创造出更多就业机会。



思考

身处信息时代和知识经济社会,我们将如何应对数字地球的挑战?请与同学讨论并说出你的想法。

数字城市及其应用前景

数字城市是数字地球的重要组成部分,是数字地球应用最集中的体现。通俗地讲,就是以数字的形式将整个城市、城市中的活动及城市环境的时空变化输入计算机中,实现在网络上的流通,最大限度地为城市的可持续发展和人们日常的工作、生活、娱乐等提供服务。

除了运用与数字地球相同的技术外,数字城市的关键技术还包括:三维地理信息系统技术,即建立三维数字城市模型的技术;建立基础设施模型的技术,如建立城市建筑设施、交通设施、能源设施等模型的技术。

数字城市可以在城市规划与设计、城市管理与服务、城市突发事件处理、政府决策等方面发挥巨大的作用。

图5-2-4 三维数字城市模型



城市规划与设计 数字城市能方便城市规划与设计人员从整体上掌握城市信息，将各种规划与设计方案定位于虚拟的三维现实环境中，用动态交互的方式对其进行全方位的审视，评价各种方案对现实环境的影响，从而保证规划与设计的科学性，降低设计成本、缩短设计时间。尤其在城市地下空间规划、地下管线规划以及城市工程地质、环境地质的分析等研究方面，数字城市具有明显的优势。

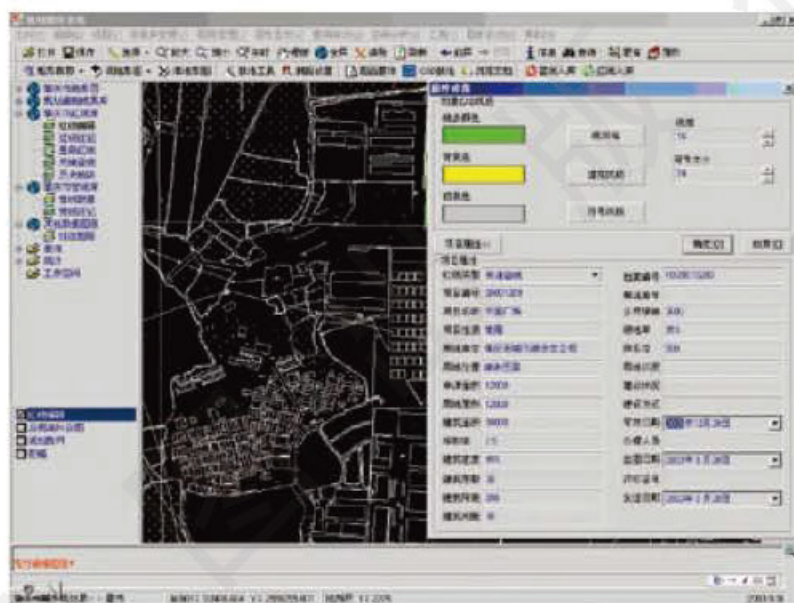


图5-2-5 利用GIS进行城市规划与设计



图5-2-6 利用三维城市模型评价不同规划方案

图中主色调为红色和黄色的建筑物是规划中广场的标志性建筑。左为较早的设计方案，右为修改后的方案。在修改方案中，标志性建筑缩小了，这样与其他建筑及远处山体的空间关系更加明朗。

数字城市可以为市民提供城市规划信息，利于市民参与城市规划的公共讨论。另外，数字城市由电子数据组成，便于保存，可为以后城市发展提供历史信息，为规划设计者提供不同历史阶段的城市模型。

城市管理与服务 数字城市能促进城市管理与服务在方式、内容、手段、速度、效果等方面的变革,提高城市管理部门的工作效率和办事透明度,使政府的管理和为社会服务从定性化走向定量化。

数字城市能提高管理公共工程设施的综合能力,实现不同管线的共同管理,提高信息的共享程度。同时,也可以使不同管线间的相互影响和干扰降到最低程度,从而取得最佳效益。

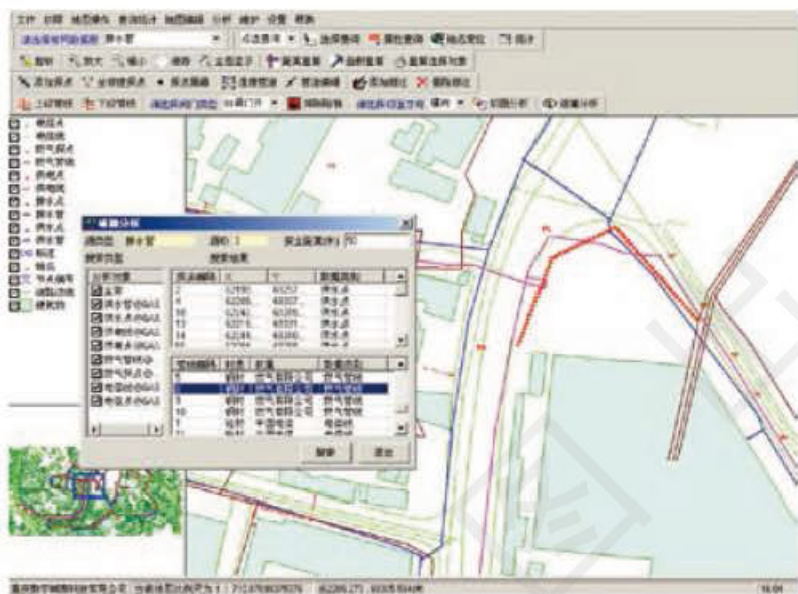


图5-2-7 利用GIS管理城市地下管线

数字城市可为教育培训提供便利。教育培训部门可以利用网络进行交互式教育,用更为方便、直观、具体的方式开展教育培训工作。例如,建立“虚拟学校”,采用网上授课形式,利用多媒体技术和交互方式教学,使分散在不同地点的师生就像处在同一教室一样,能实时授课、辅导和讨论。

城市突发事件的处理 在城市出现突发事件时,可以利用数字城市的大比例尺、高分辨率的地理空间数据对突发事件地点精确定位,利用大量相关的自然、社会和经济数据,制定出影响小、损失小的处理策略。在数字城市的帮助下,各有关部门可相互协作,紧急调度,紧急处理,将时间消耗降到最低,满足时效性需求。

政府决策 利用数字城市可为政府决策提供服务。数字城市可以实现工作流程的规范化、标准化和网络化,为政府决策提供先进的技术支持和可靠的数据基础,提供及时和充分的科学依据。数字城市是高度网络化的信息世界,政府工作人员可以随时随地通

通过各种设施得到所需信息，并对信息进行智能化分析。另外，数字城市提供了交互式的虚拟环境，市民足不出户就能通过特定的装置实现与政府工作人员“面对面”的交流。

案例研究 数字中国的进展

一个巨大的“数字地球”在环形大屏幕上旋转，随着中国数字地球科学实验室首席科学家的“指点江山”，一幅幅逼真的“中国三维地形”图像被打开，国内外上百名地理、遥感和信息领域的专家，身临其境般地浏览了珠江三角洲、长江三角洲、华北平原、秦岭南北、青藏高原等中国的地形单元

自20世纪末以来，数字中国的研究和应用已经有了实质性进展。数字中国战略已从中央向地方迅速展开，大部分省、自治区、直辖市和一些大中城市都已提出或正在实施“数字省区”、“数字城市”、“数字社区”的计划。目前，全国正在建设或已开通的“数字省区”已经超过16个，约占省级行政单位的半数。有近百个城市已经推出了建设“数字城市”的计划，约占全国城市总数的1/6。在北京，不但有“数字北京”，还有“数字中关村”、“数字社区”等。另外，为大河流域综合治理与管理服务的“数字长江”、“数字黄河”、“数字海河”也正在建设中。数字中国的建设方兴未

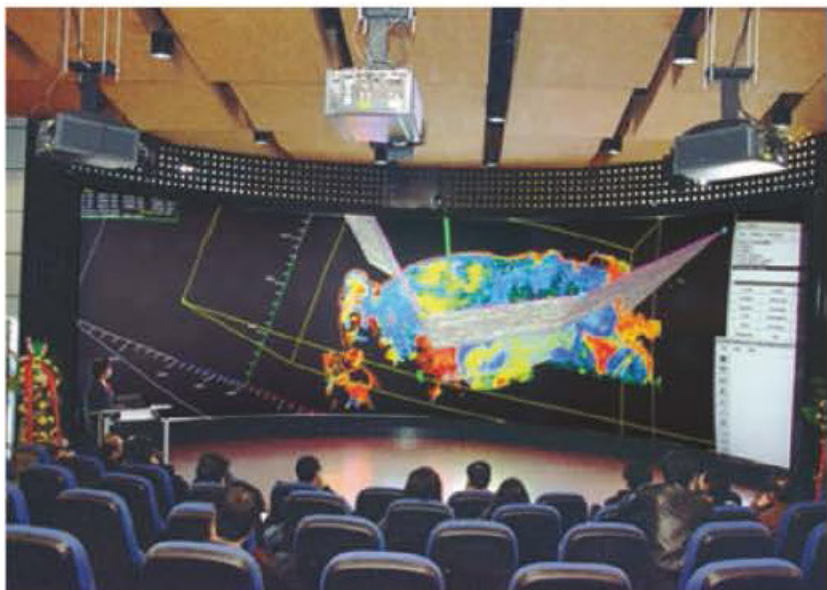


图5-2-8 对数字中国的研讨

艾，它将为协调资源开发与环境保护，为实现区域可持续发展提供高效、可靠的服务，它也将极大地改变我们的生活方式。



思考 从数字地球到数字中国、数字流域、数字省区、数字城市、数字社区 有更多的地域空间将用数字方式表达。请设想你所在校园成为“数字校园”后会怎样的情景？你在校园的生活和学习将产生哪些变化？

复习题

1. 试论述数字地球对人类生活的影响。
2. 收集资料，了解数字城市在电子商务方面的应用前景。

课题 5

检查进度

全班同学组织课堂讨论或专题演讲，交流个人收集的资料，畅谈对数字地球感想。在此基础上，展开丰富的想象，每人写一篇畅想数字地球的文章。

主要词汇中英文对照表

地理信息	geographic information	方位投影	azimuthal projection
空间位置信息	spatial information	圆柱投影	cylindrical projection
事物属性信息	property information	圆锥投影	conical projection
时间信息	temporal information	主动式遥感	active remote sensing
		被动式遥感	passive remote sensing
地理信息技术	geographic information technology	遥感影像	remote sensing image
遥感	remote sensing	分辨率	resolution
全球定位系统	global positioning system	遥感影像判读	remote sensing image interpretation
地理信息系统	geographical information system	定位	positioning
网络	network	导航	navigation
虚拟现实	virtual reality	差分GPS	differential GPS
数字地球	digital earth	数字化仪	digitizer
数字城市	digital city	矢量数据	vector data
		栅格数据	raster data
地图投影	map projection	空间查询	spatial query
等角投影	conformal projection	叠置分析	overlay analysis
等面积投影	equal-area projection	缓冲区分析	buffering analysis
任意投影	arbitrary projection		

经全国中小学教材审定委员会2005年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

书 名 地理·选修7 地理信息技术应用

组 编 北京师范大学国家基础教育课程标准实验教材总编委会

出 版 中国地图出版社

社 址 北京市白纸坊西街3号

邮 政 编 码 100054

电 话 010-83543863

地图教学网 www.ditu.cn

电 子 邮 箱 sinomaps@yeah.net

印 刷

发 行

成 品 规 格 210mm × 297mm

印 张 6

版 次 2005年6月第1版 2008年6月第2版

印 次 2018年6月 第16次印刷

书 号 ISBN 978-7-5031-4623-7

定 价 元

审 图 号 GS(2007)1931号

本书中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制

责任编辑 周 涛 王 英
封面设计 李 伟



书 号 ISBN 978-7-5031-4623-7
审 图 号 GS(2007)1931号
批 准 文 号 发改价格[2006]816号 举报电话:12358



定价： 元