



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 地理信息系统教程

Dili Xinxi Xitong Jiaocheng

(第二版)

主编: 汤国安



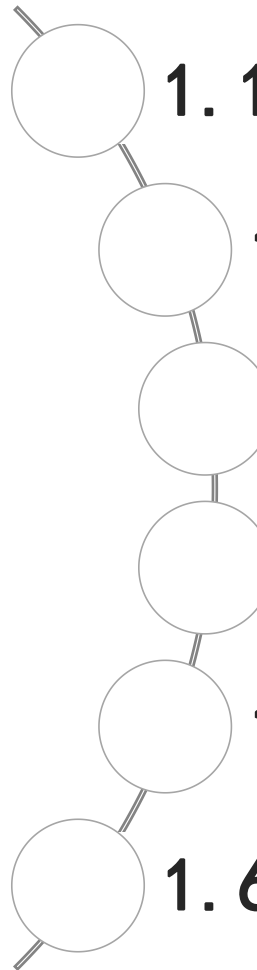
编著: 汤国安 刘学军 闫国年  
盛业华 王 春 张海平

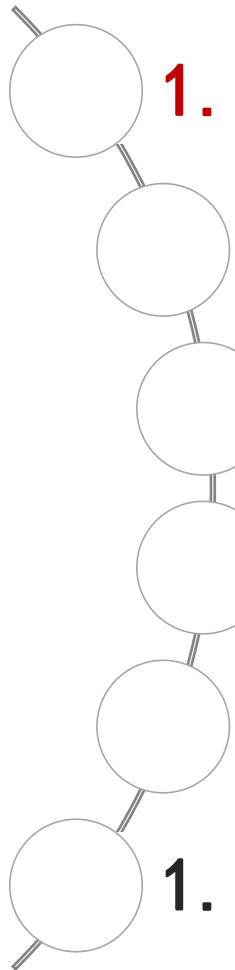
高等教育出版社



# 第一章：概论

# 本讲大纲

- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程

- 
- 1.1 GIS的基本概念**
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程

# 1.1 GIS的基本概念

## 当前大纲

- 1.1.1 信息与地理信息
- 1.1.2 信息系统
- 1.1.3 地理信息系统
- 1.1.4 地理信息系统的外延

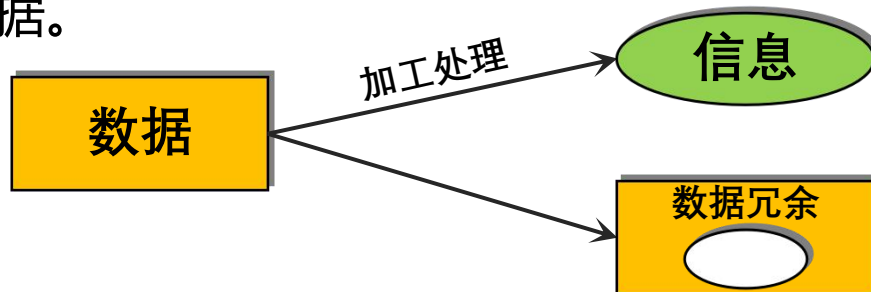
# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.1 信息与地理信息

### □ 数据和信息

**数据 (data)** 是人类在认识世界和改造世界过程中，定性或定量对事物和环境描述的直接或间接原始记录，是一种未经加工的原始资料，是客观对象的表示。

**信息 (information)** 是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的內容、数量或特征，从而向人们（或系统）提供关于现实世界新的事实和知识，作为生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。



# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.1 信息与地理信息

### □ 数据和信息的联系与区别

信息来源于数据，是数据内涵的意义和数据内容的解释。信息是一种客观存在，而数据是客观对象的一种表示，其本身并不是信息。

数据所蕴涵的信息不会自动呈现出来，需要利用一种技术，如统计、解译、编码等对其解释，信息才能呈现出来。信息是数据的表达，数据是信息的载体。

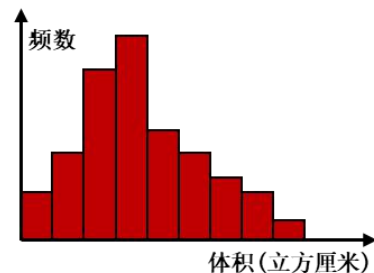


现实世界中的  
对象



编号	鸡蛋体积
1	62.14
.....	.....
300	58.23

描述事物特征的  
数据



从数据中统计得到的  
信息

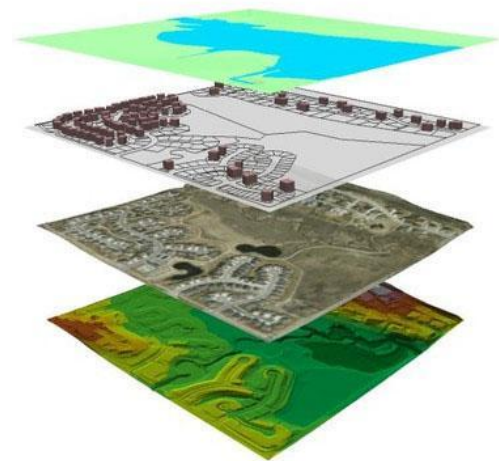
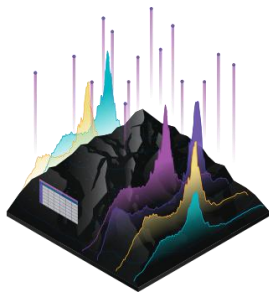
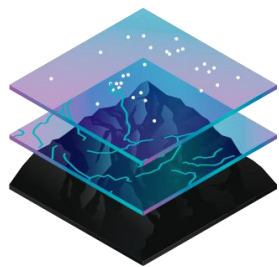
# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.1 信息与地理信息

### □ 地理数据和地理信息

**地理数据 (geographical data)** 是与地理环境要素有关的物质的数量、质量、分布特征、联系和规律等的数字、文字、图像和图形等总称。

**地理信息 (geographical information)** 是有关地理实体和地理现象的性质、特征和运动状态的表征和一切有用的知识，它是对表达地理特征和地理现象之间关系的地理数据的解释。





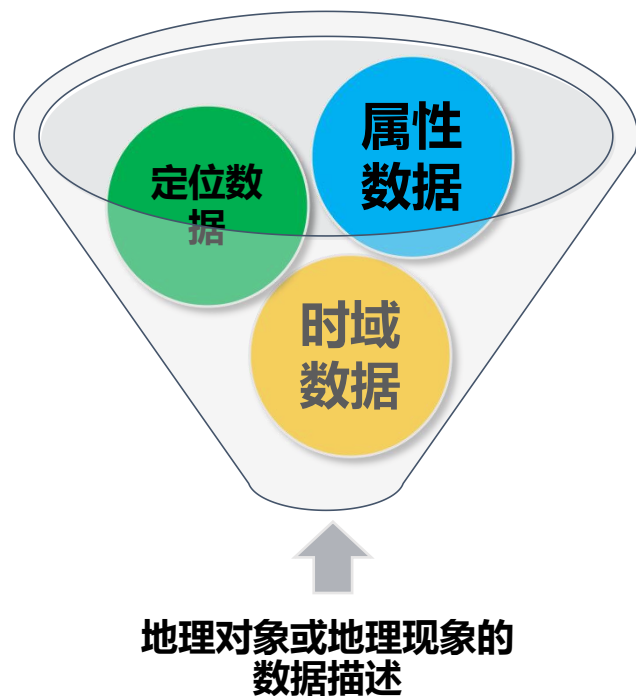
# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.1 信息与地理信息

### □ 地理数据的特征

地理数据相比常规数据，具有一些独有的特征，主要包括：

- ❖ 空间上的分布性
- ❖ 时间上的序列性
- ❖ 数量上的海量性
- ❖ 载体的多样性
- ❖ 位置和属性的对应性



# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.1 信息与地理信息

### □ 地理信息的特征

作为信息的一种，地理信息具备信息的基本特征，即信息的客观性、适用性、可传输性和共享性；但从其本身而言，地理信息还具有一些独特的特性：



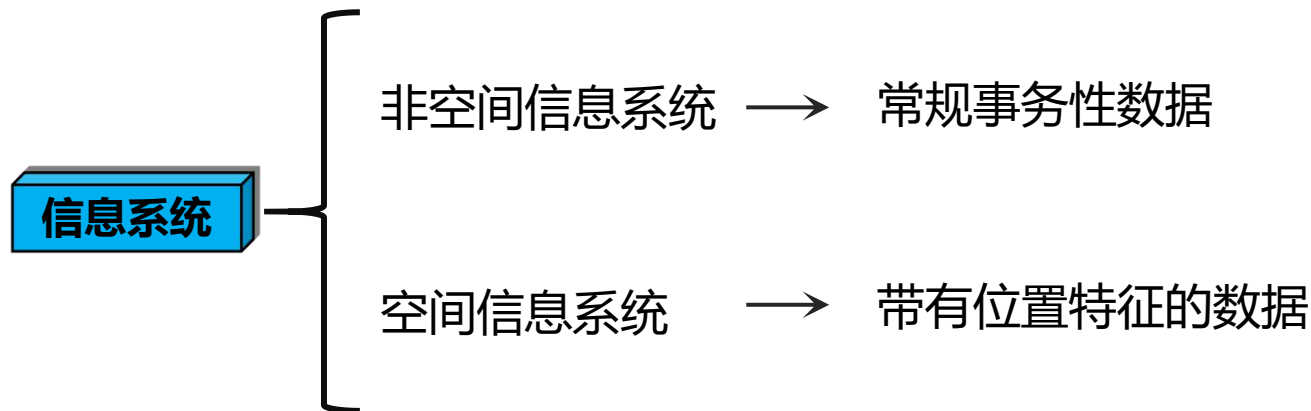
# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.2 信息系统

### □ 信息系统及其类型

**信息系统 (information system)** 是具有采集、管理、分析和表达数据能力的系统。在计算机时代信息系统都部分地或全部地由计算机系统支持，并由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成。

另外，智能化的信息系统还包括知识。智能化的信息系统是当今世界信息系统的主要发展趋势。



# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.3 地理信息系统

### □ 地理信息系统的定义

**地理信息系统 (Geographic Information System或Geo-Information System, 简称GIS)** 既是跨越地球科学、空间科学和信息科学的一门应用基础学科, 又是一项工程应用技术, 它是以地学原理为依托, 在计算机软硬件的支持下, 研究空间数据的采集、处理、存储、管理、分析、建模和显示的相关理论方法和应用技术, 以解决复杂的管理、规划和决策等问题。



# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.3 地理信息系统

### □ 地理信息系统的内涵

- ❖ GIS的物理外壳是计算机化的技术系统，并由若干个相互关联的子系统构成。
- ❖ GIS的操作对象是空间数据，即点、线、面、体这类有空间位置和空间形态特征并且能够很好地表达地理实体和地理现象的基本元素。
- ❖ GIS的技术优势在于它的数据综合、模拟与分析评价能力，可以得到常规方法或普通信息系统难以得到的重要信息。
- ❖ GIS与测绘学和地理学等学科有着密切的关系。

# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.3 地理信息系统

### □ 地理信息系统的基本特征

相比其它信息系统，地理信息系统具有以下三个方面的主要特征：

- (1) 数据的空间定位特征
- (2) 空间关系处理的复杂性
- (3) 海量数据管理的能力



# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.4 地理信息系统外延

### □ GIS的术语

由于学科背景、应用目的以及应用部门的差异，GIS在全称上不尽相同，这也导致对GIS所做出的定义也不同。

来源	术语
美国术语	地理信息系统 (Geographical Information System)
欧洲术语	地理信息系统 (Geographical Information System)
测绘专业(加拿大术语)	地球信息科学 (Geomaticque)
基于技术的术语	地学相关的信息系统 (Georelational Information System)
基于学科的术语	自然资源信息系统 (Natural resources information system)
	地球科学或地质信息系统 (Geoscience or geological information system)
非地理术语	空间信息系统 (spatial information system)
基于系统的术语	空间数据分析系统 (Spatial data analysis system)

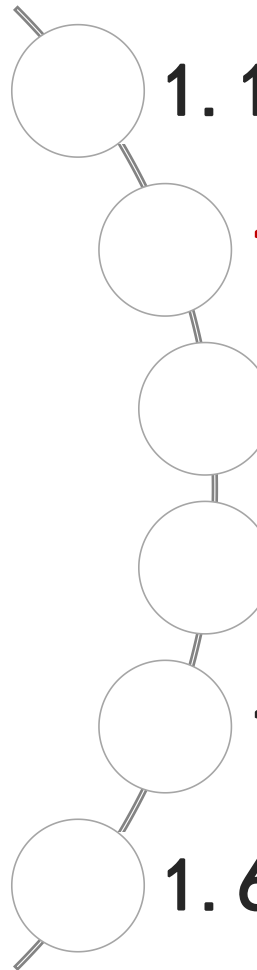
# 1.1 GIS的基本概念

## 1.1.4 地理信息系统外延

### □ GIS中S的演变





- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成**
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程

# 1.2 GIS的组成

## 当前大纲

1.2.1 硬件系统

1.2.2 软件系统

1.2.3 空间数据

1.2.4 地学模型

1.2.5 人员

# 1.2 GIS的组成

## GIS组成概述

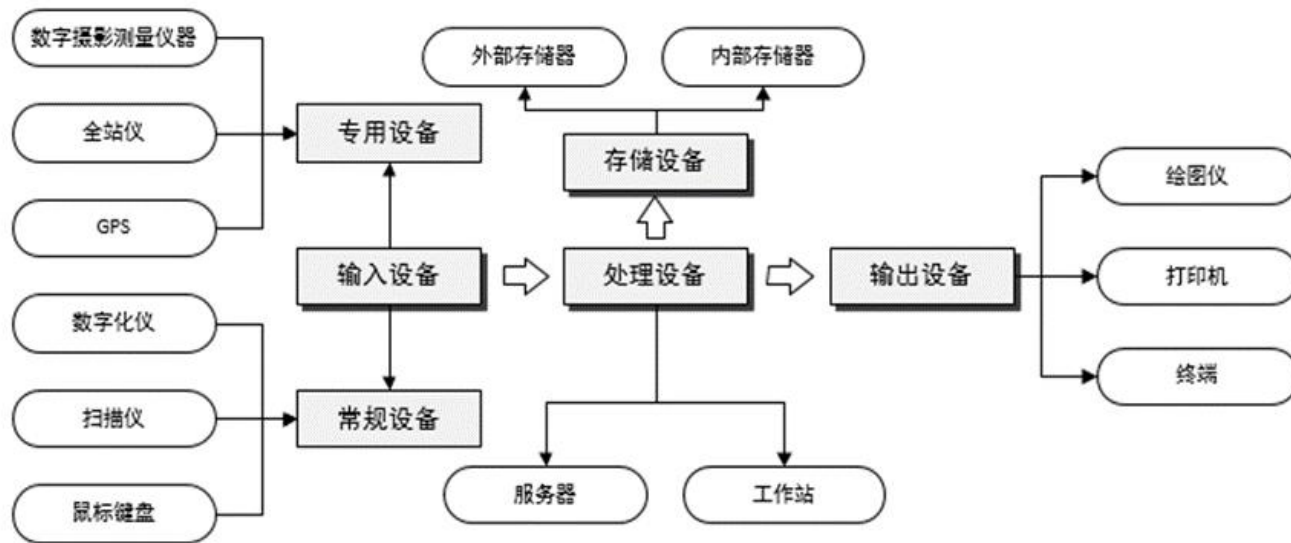
GIS功能的实现需要一定的环境支持，GIS运行环境包括计算机硬件系统、软件系统、空间数据、地学模型和管理与应用人员五大部分。



# 1.2 GIS的组成

## 1.2.1 硬件系统

计算机硬件是计算机系统在实际物理装置的总称，是GIS的物理外壳。可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的原件或装置。



数字化影像测量仪



手持 GPS



全站仪



鼠标键盘



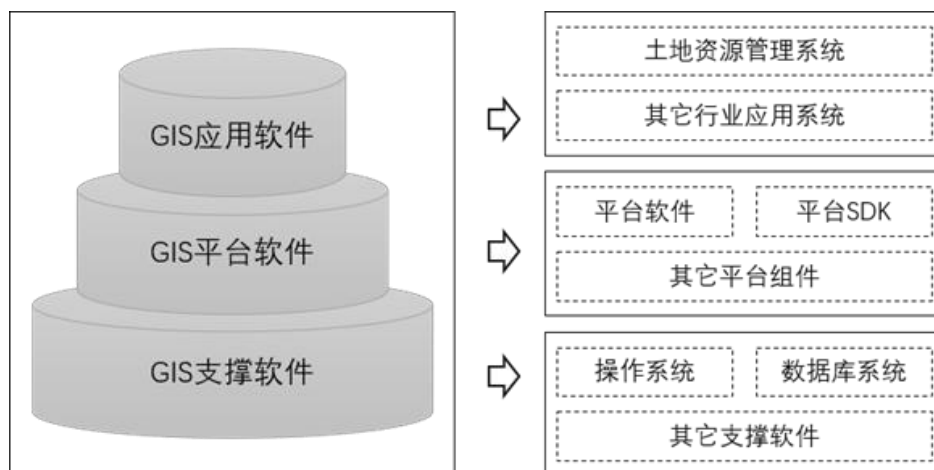
扫描仪

# 1.2 GIS的组成

## 1.2.2 软件系统

软件系统是指GIS运行所必需的各种程序，通常包括GIS支撑软件、GIS平台软件和GIS应用软件三类：

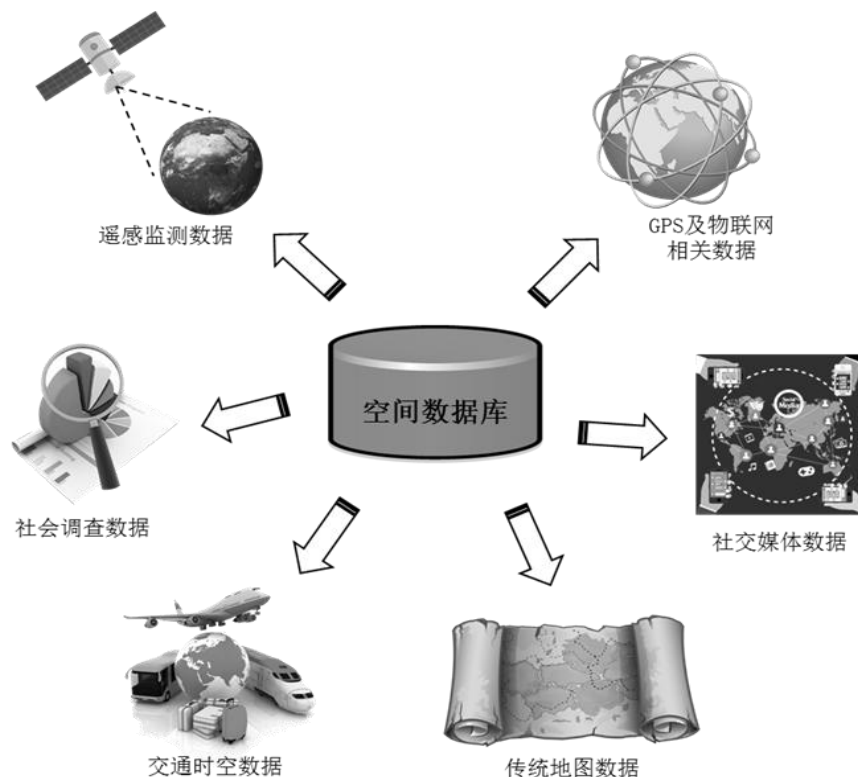
- ❑ **GIS支撑软件**是指GIS运行所必需的各种软件环境。
- ❑ **GIS平台软件**包括GIS功能所必需的各种处理软件和扩展开发包。
- ❑ **GIS应用软件**一般是在GIS平台软件的基础上，通过二次开发所形成的具体的应用软件，一般是面向应用部门的。



# 1.2 GIS的组成

## 1.2.3 空间数据

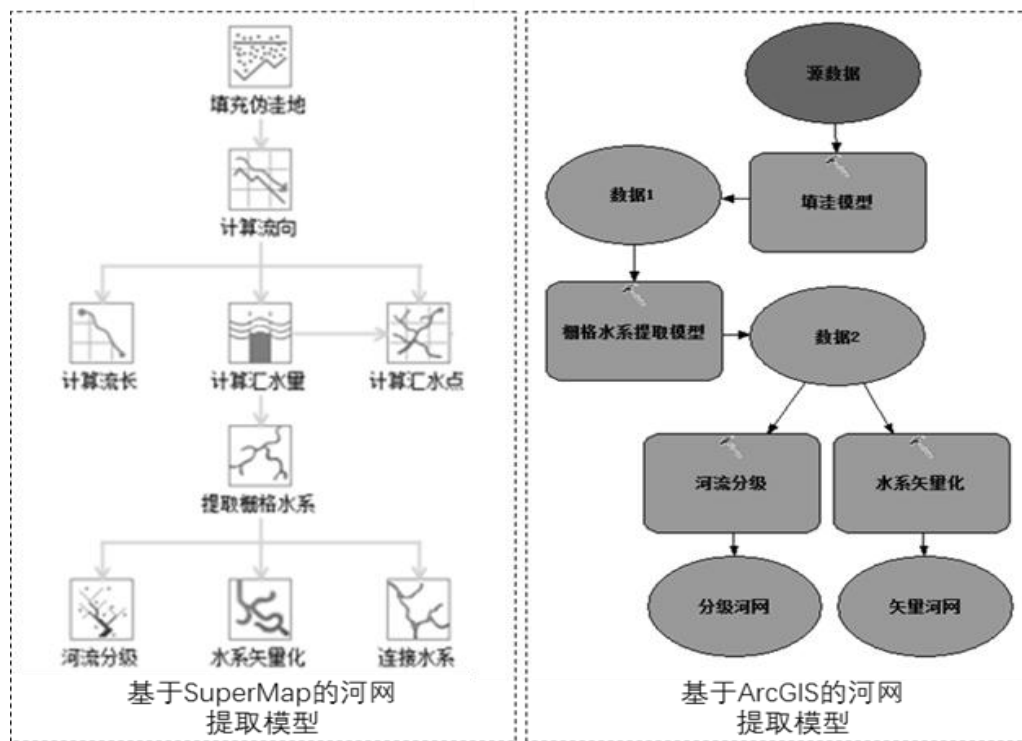
数据是GIS的核心内容，有人将它称之为GIS的血液。地理空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文景观数据，可以是图形、图像、文件、表格和数字等。



# 1.2 GIS的组成

## 1.2.4 地学模型

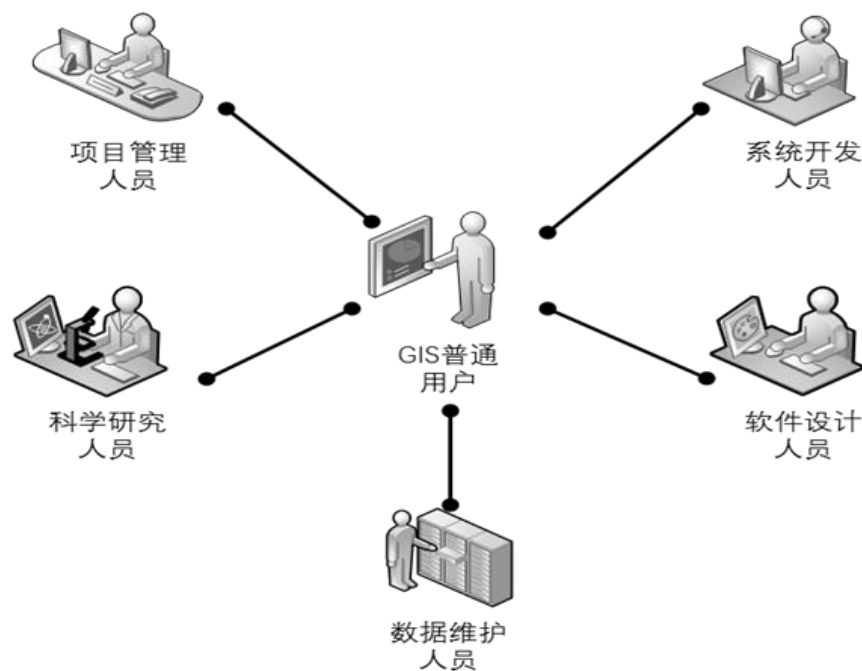
GIS的地学模型是根据具体的地学目标和问题，以GIS已有的操作和方法为基础，构建能够表达或模拟特定现象的计算机模型。



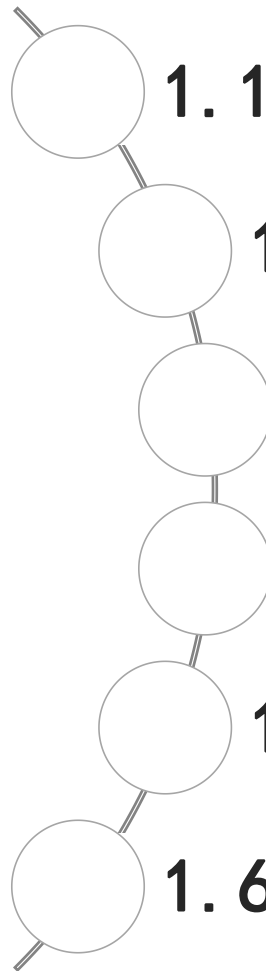
# 1.2 GIS的组成

## 1.2.5 人员

人员是GIS中的重要构成因素。地理信息系统从其设计、建立、运行和维护的整个生命周期，都离不开人的作用。仅有系统的软硬件、数据和模型构不成完整的地理信息系统。





- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能**
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程

# 1.3 GIS的功能

## 当前大纲

1.3.1 基本功能需求

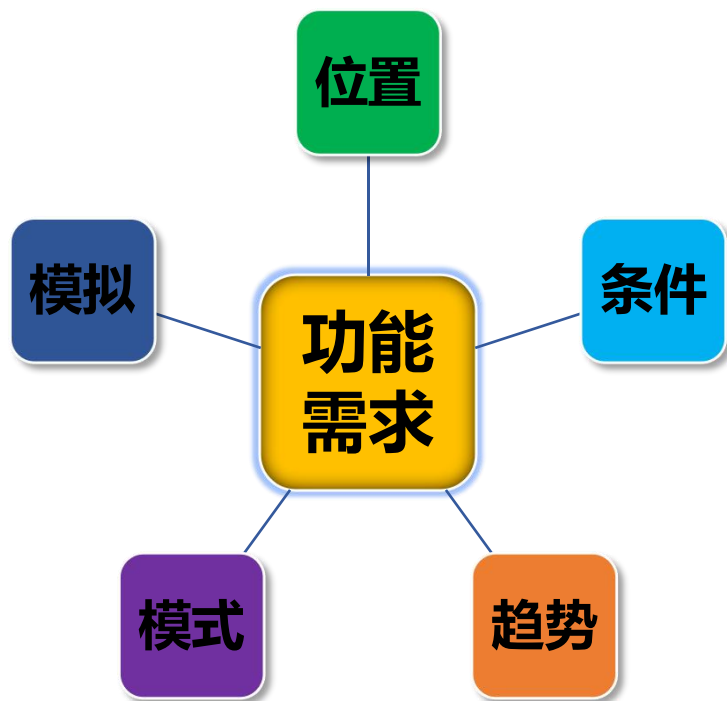
1.3.2 GIS的基本功能

1.3.3 GIS的应用功能

# 1.3 GIS的功能

## 1.3.1 GIS的基本功能需求

GIS实现了对空间数据的采集、编辑、存储、管理、分析及表达等处理过程，并基于此过程获得了更加有用的地理信息与知识。此处“有用的地理信息与知识”可以概括为5个基本问题：



# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

为了解决上面的功能需求，一般的GIS系统具备以下几个方面的主要功能：

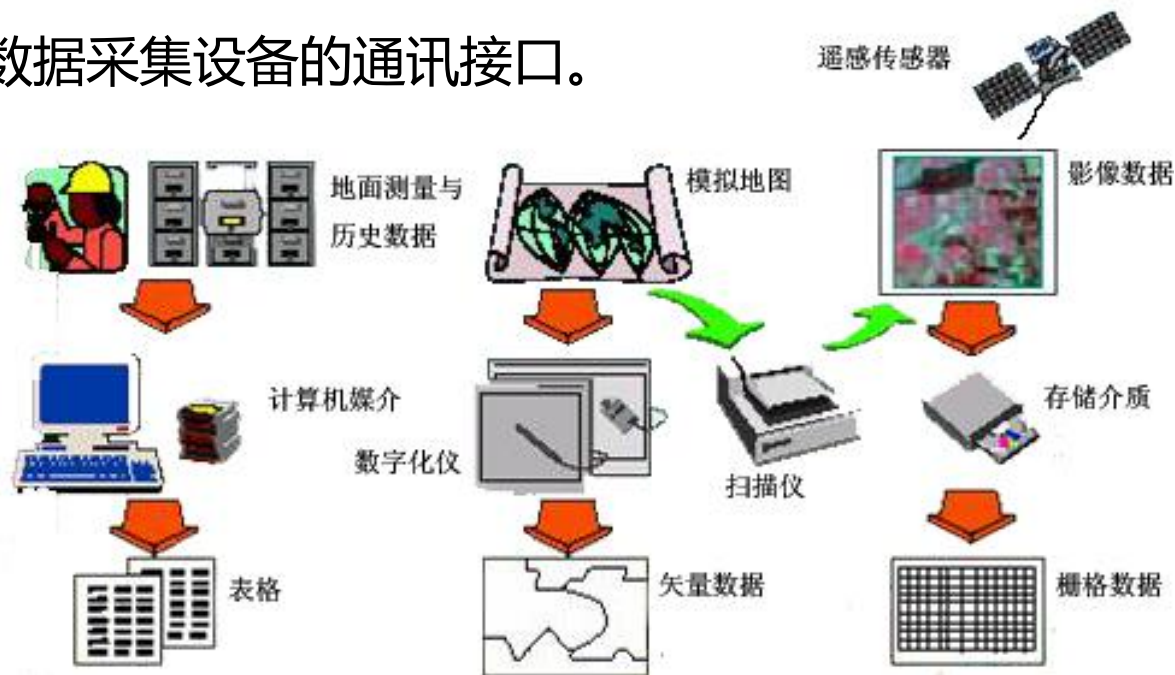
- ❑ 数据采集功能
- ❑ 数据编辑与处理
- ❑ 数据存储、组织与管理
- ❑ 空间查询与空间分析
- ❑ 数据输出与可视化表达
- ❑ 应用模型与系统开发

# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### □ 数据采集功能

数据是GIS的血液，贯穿于GIS的各个过程。数据采集是GIS的第一步，即通过各种数据采集设备（如数字化仪、全站仪、调查等）来获取现实世界的描述数据，并输入GIS系统。GIS应该尽可能提供各种数据采集设备的通讯接口。

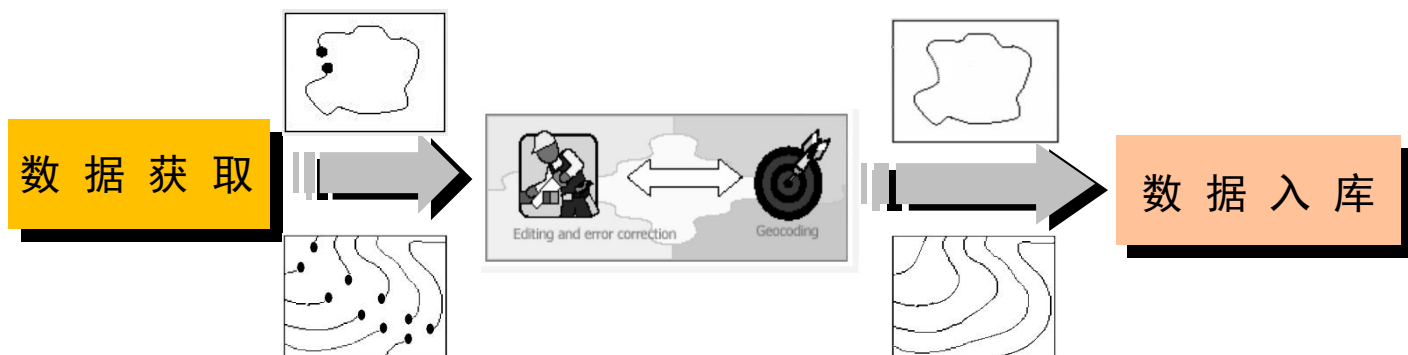


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### □ 数据编辑与处理

为保证数据在内容、逻辑、数值上的一致性和完整性，需要对数据进行编辑、格式转换、拼接等一系列的处理工作。GIS系统应该提供强大的、交互式的编辑功能，包括图形编辑、数据变换、数据重构、拓扑建立、数据压缩、图形数据与属性数据的关联等内容。

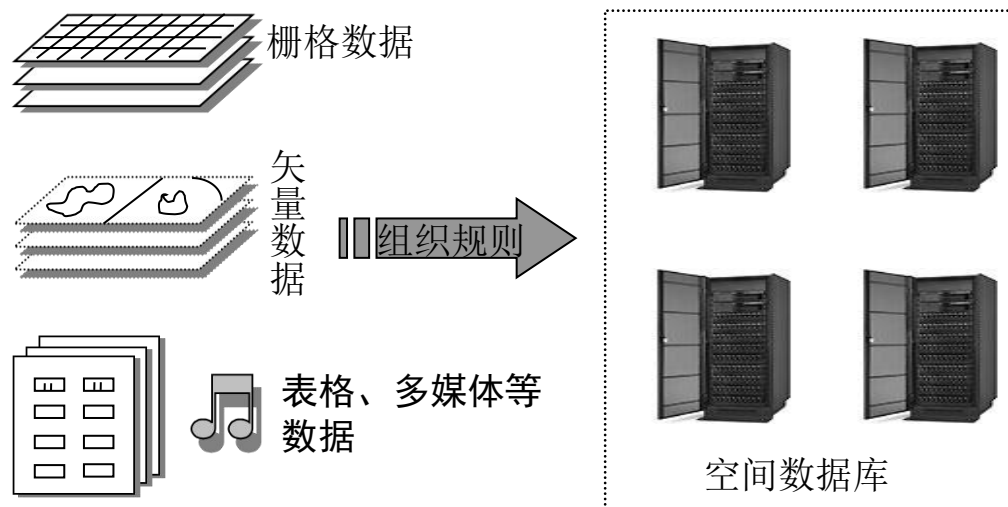


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### □ 数据存储、组织与管理

由于空间数据本身的特点，一般信息系统的数据库结构和数据库管理系统并不适合管理空间数据，GIS必须发展自己特有的数据存储、组织和管理的功能。

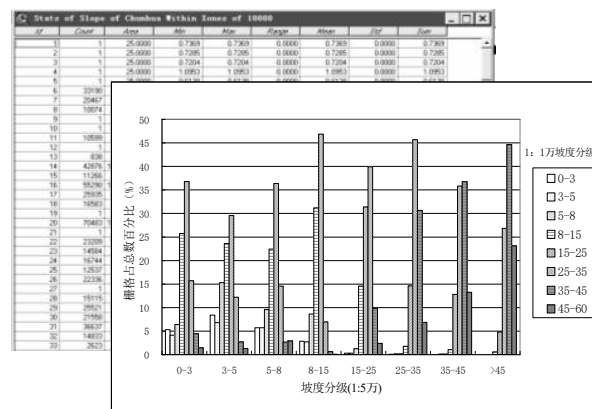
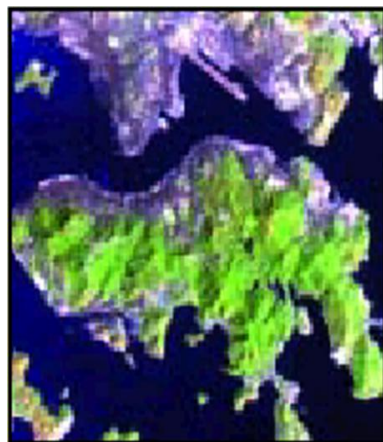
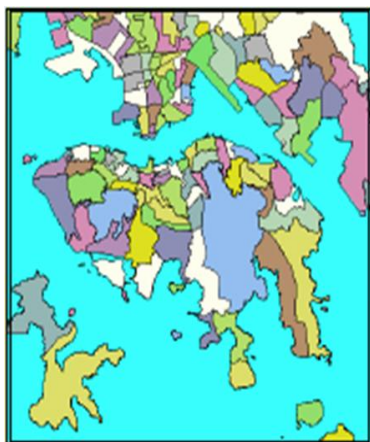


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### □ 数据输出与可视化表达

通过图形、表格和统计图表显示空间数据及分析结果是GIS项目的必须。GIS脱胎于计算机制图，因而GIS的一个主要功能就是计算机地图制图，包括地图符号的设计、配置与符号化、地图注记、图幅整饰、统计图表制作、图例与布局等项内容。



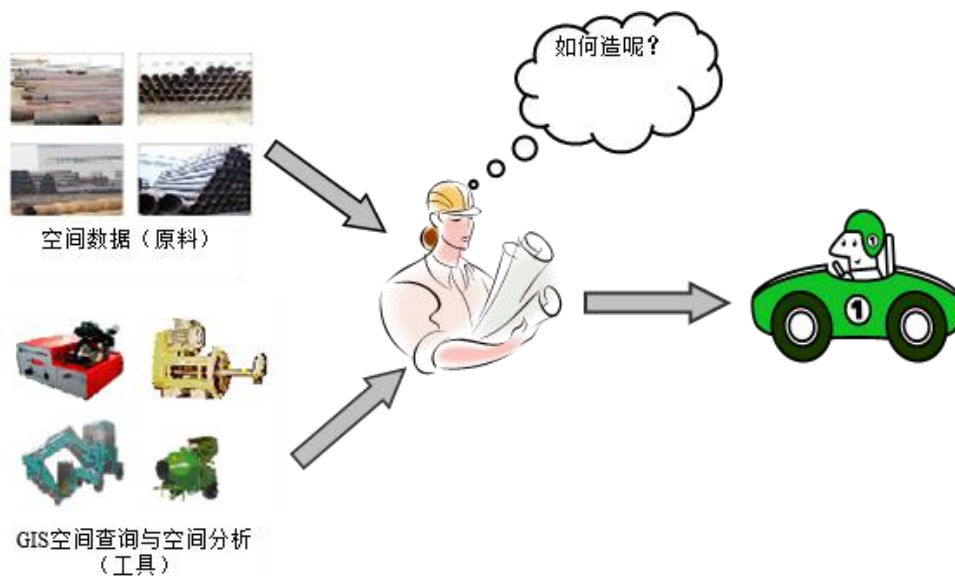


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### □ 空间查询与空间分析

虽然数据库管理系统一般提供了数据库查询语言，如SQL语言。但对于GIS而言，需要对通用数据库的查询语言进行补充或重新设计，使之支持空间查询。一个功能强大的GIS软件，应该设计一些空间查询语言，满足常见的空间查询的要求。

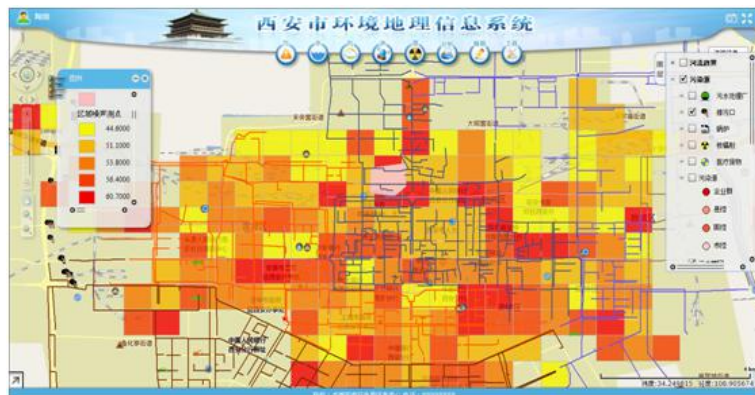


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.2 GIS的基本功能

### 应用模型与系统开发

随着GIS在各行各业的应用越来越广泛，常规GIS无法满足各类型的应用需求。因此，GIS也具有相应二次开发功能，用于开发满足特定行业需求的应用模型或应用软件系统。GIS的二次开发功能通常会提供完整的API和开发环境。

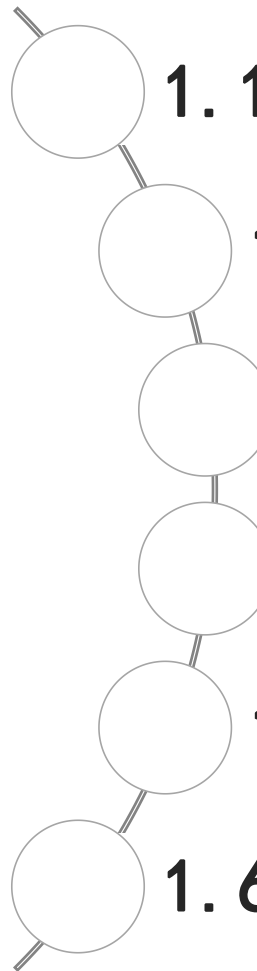


# 1.3 GIS的功能

## 1.3.3 GIS的应用功能

### □ 应用模型与系统开发

应用领域	应用功能	应用领域	应用功能
社会经济/政府	地方管理	公共服务	网络管理
	交通规划		服务提供
	社会服务规划		电力与通信
	城市管理		紧急维护
	援助与发展	环境管理	垃圾填埋场选择
国防、警务	目标位置识别		矿物分布制图
	战术支持决策		污染检测
	智能数据集成		自然灾害评估
	国土安全与防恐		灾害管理和救济
商业	市场份额分析		资源管理
	运输车辆管理		环境影响评估
	保险		
	零售点位置		

- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系**
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程

# 1.4 GIS与其它学科之间的关系

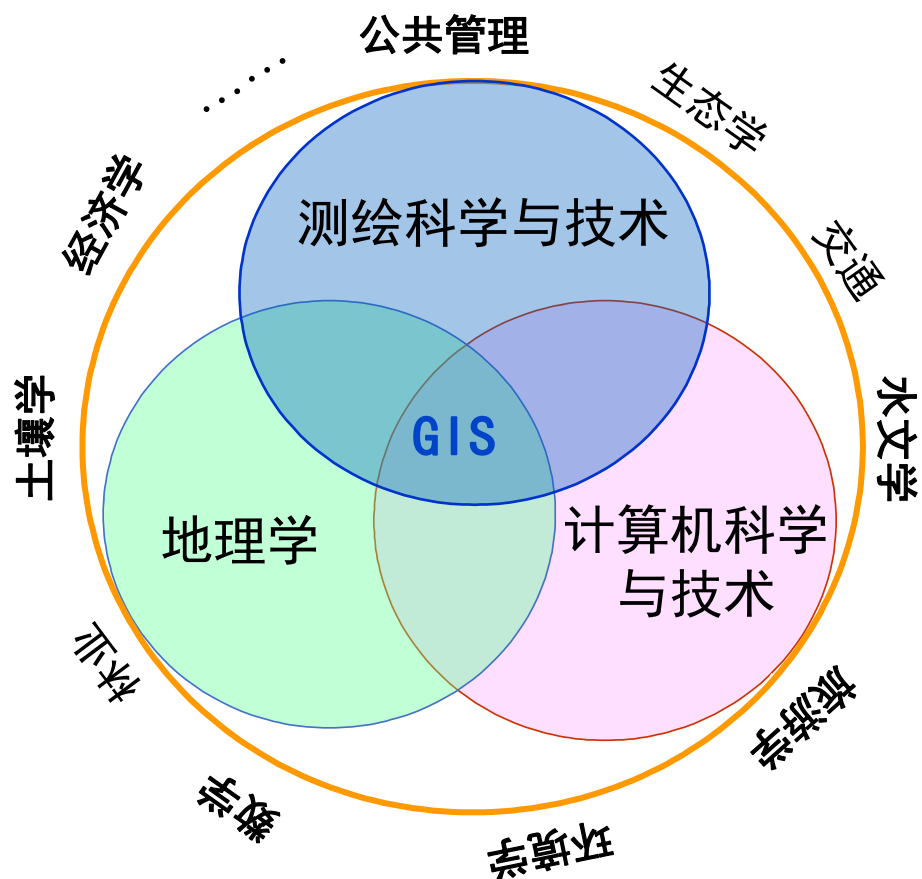
## 当前大纲

1.4.1 与相关学科的关系

1.4.2 与其它信息系统的区别与联系

# 1.4 GIS与其它学科之间的关系

## 1.4.1 与其它学科的关系

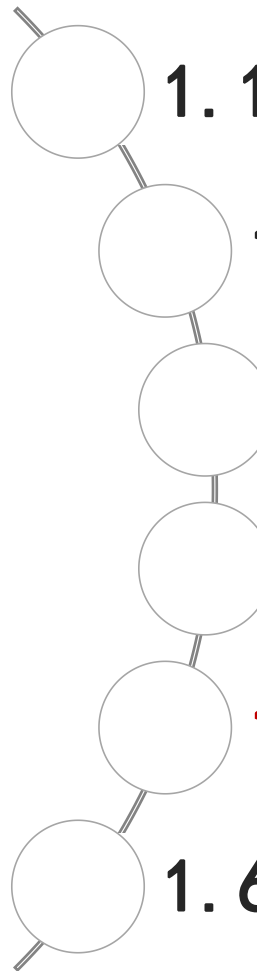


# 1.4 GIS与其它学科之间的关系

## 1.4.2 与其它信息系统区别与联系

计算机制图、计算机辅助设计、数据库管理系统、遥感图像处理技术奠定了地理信息系统的技术基础。地理信息系统是这些学科的综合，它与这些学科和系统之间既有联系又有区别，为更好的理解GIS，需要知道GIS与这些系统之间的区别：

- ❑ GIS与机助制图系统的区别与联系数据编辑与处理
- ❑ GIS与数据库管理系统的区别与联系空间查询与空间分析
- ❑ GIS与CAD的区别与联系应用模型与系统开发
- ❑ GIS与遥感图像处理的系统区别与联系

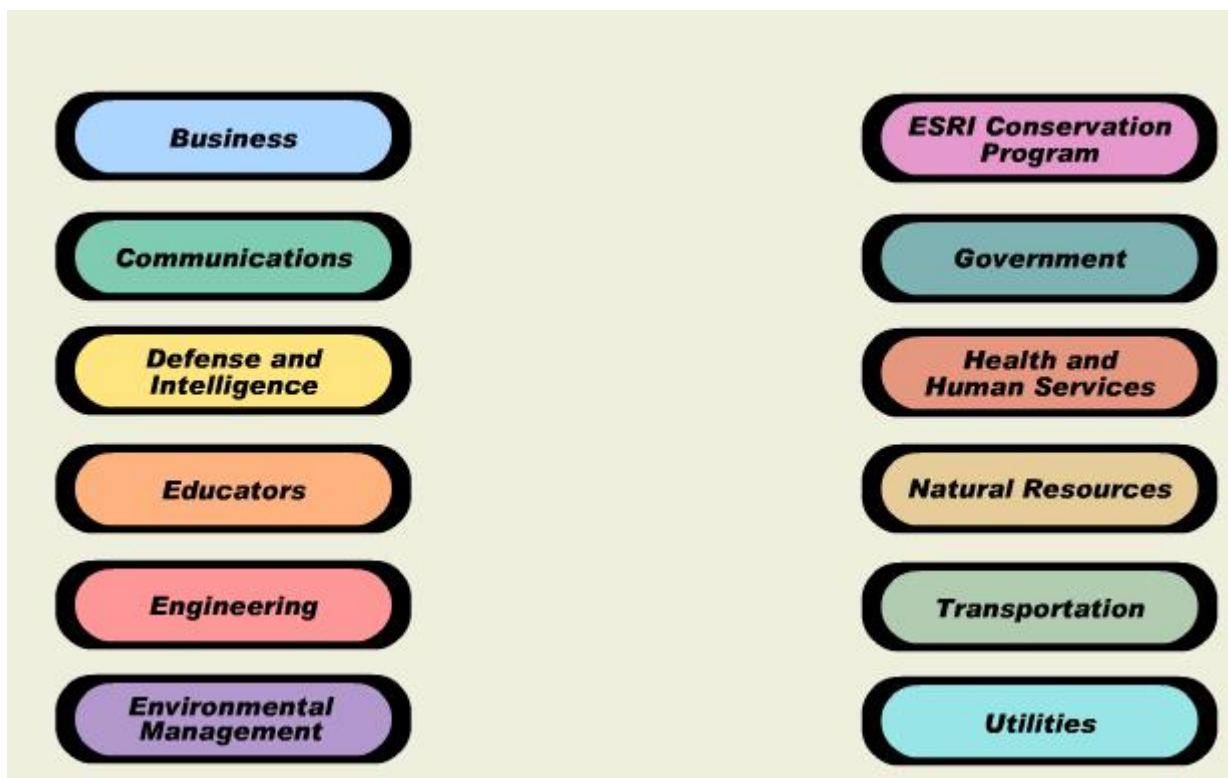
- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴**
  - 1.6 GIS发展历程



# 1.5 GIS的应用范畴

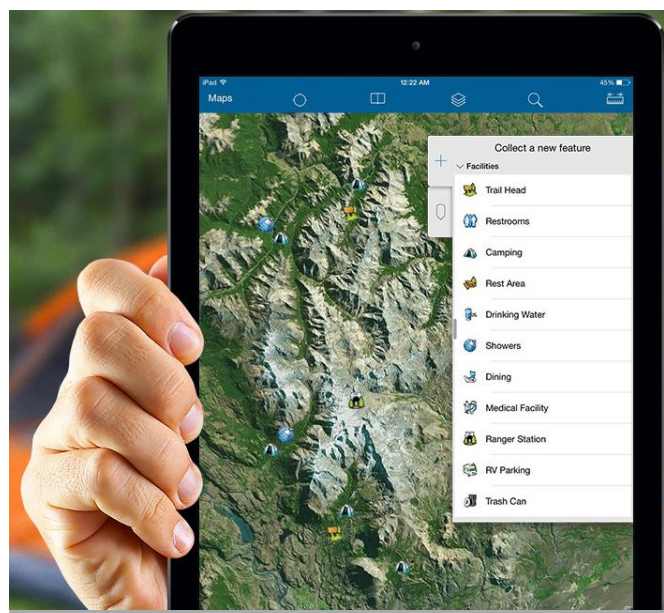
## GIS的主要应用部门

- 测绘、地图制图
- 资源管理
- 灾害监测
- 环境保护
- 精细农业
- 电子商务
- 电子政务
- 城乡规划与管理
- 交通运输
- 人口管理
- 宏观决策
- 国防、军事
- 公安、急救
- 医疗、卫生

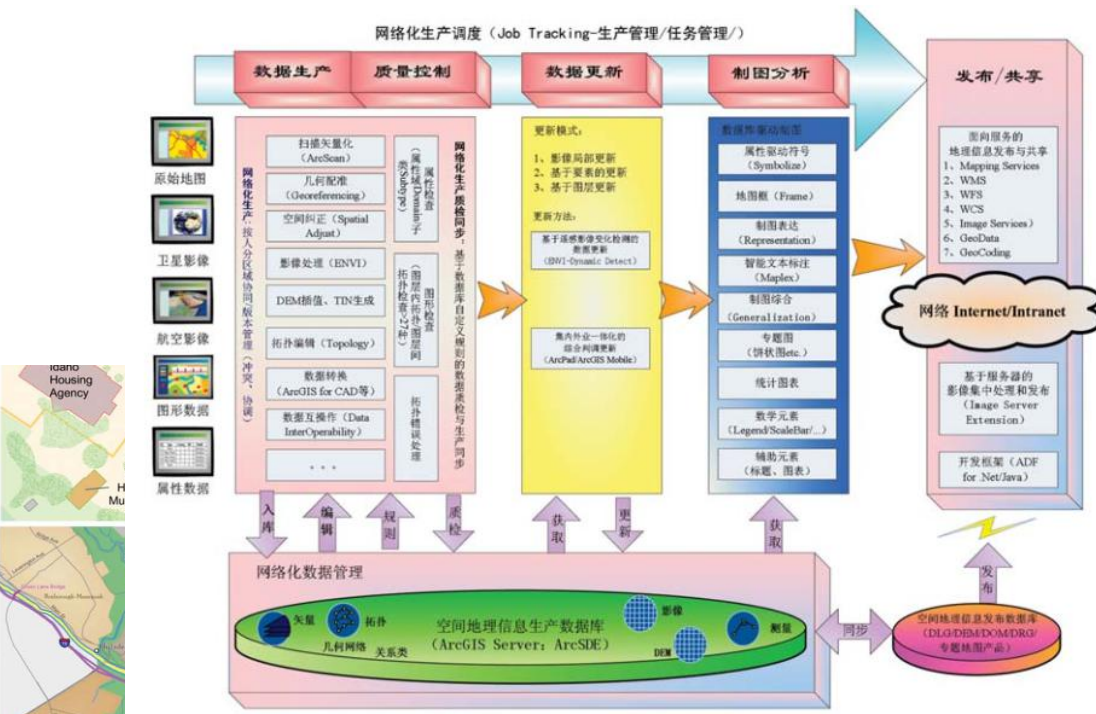


# 1.5 GIS的应用范畴

## GIS在测绘与制图中的应用



测绘信息采集App



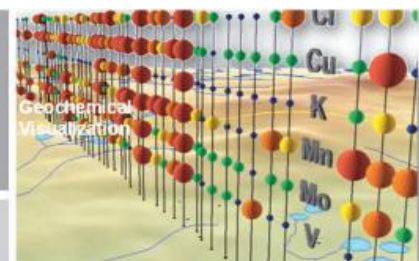
信息化测绘综合服务框架 (ESRI)

# 1.5 GIS的应用范畴

## GIS在国土资源管理中的应用

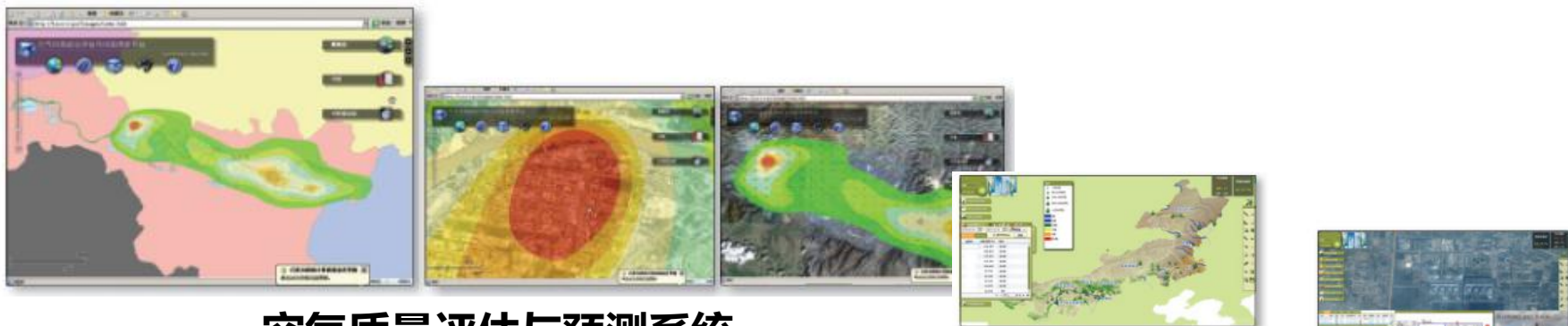


国土资源综合管理系统



# 1.5 GIS的应用范畴

## GIS在国土资源管理中的应用



空气质量评估与预测系统

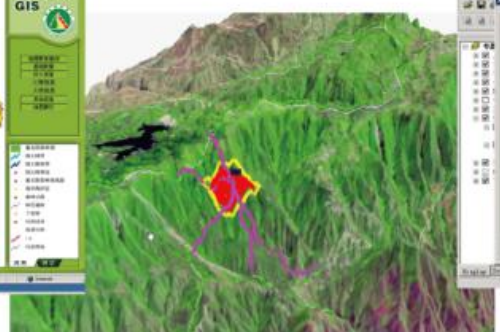
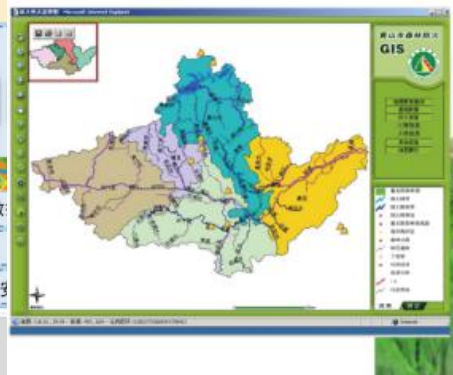


环境监测与应急系统

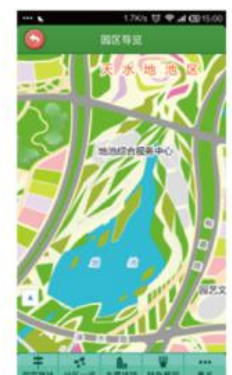
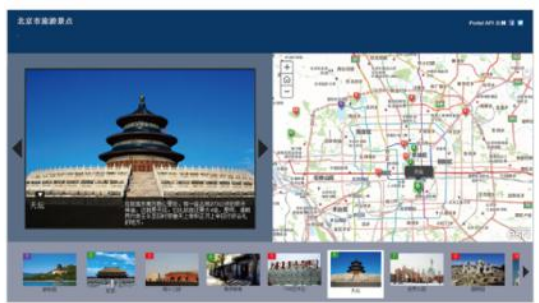
环境保护监测系统

# 1.5 GIS的应用范畴


## GIS在智慧旅游中的应用



景区森林防火系统



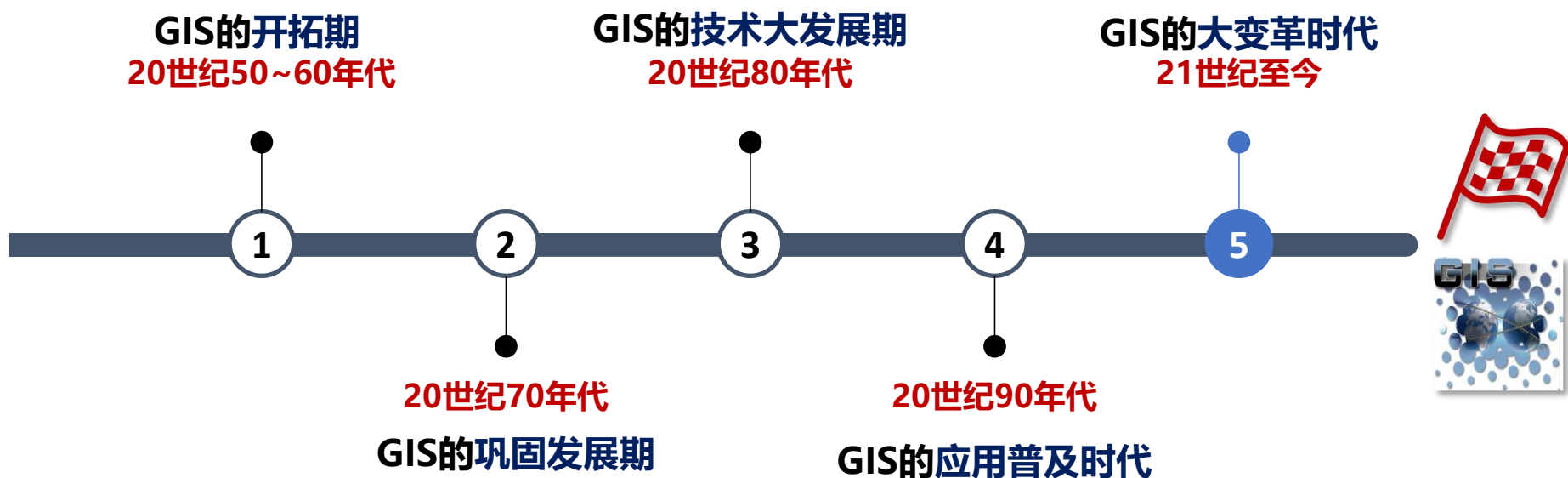
旅游资源导览平台

- 
- 1.1 GIS的基本概念
  - 1.2 GIS的组成
  - 1.3 GIS的功能
  - 1.4 GIS与其他学科的关系
  - 1.5 GIS应用范畴
  - 1.6 GIS发展历程**

# 1.6 GIS的发展历程

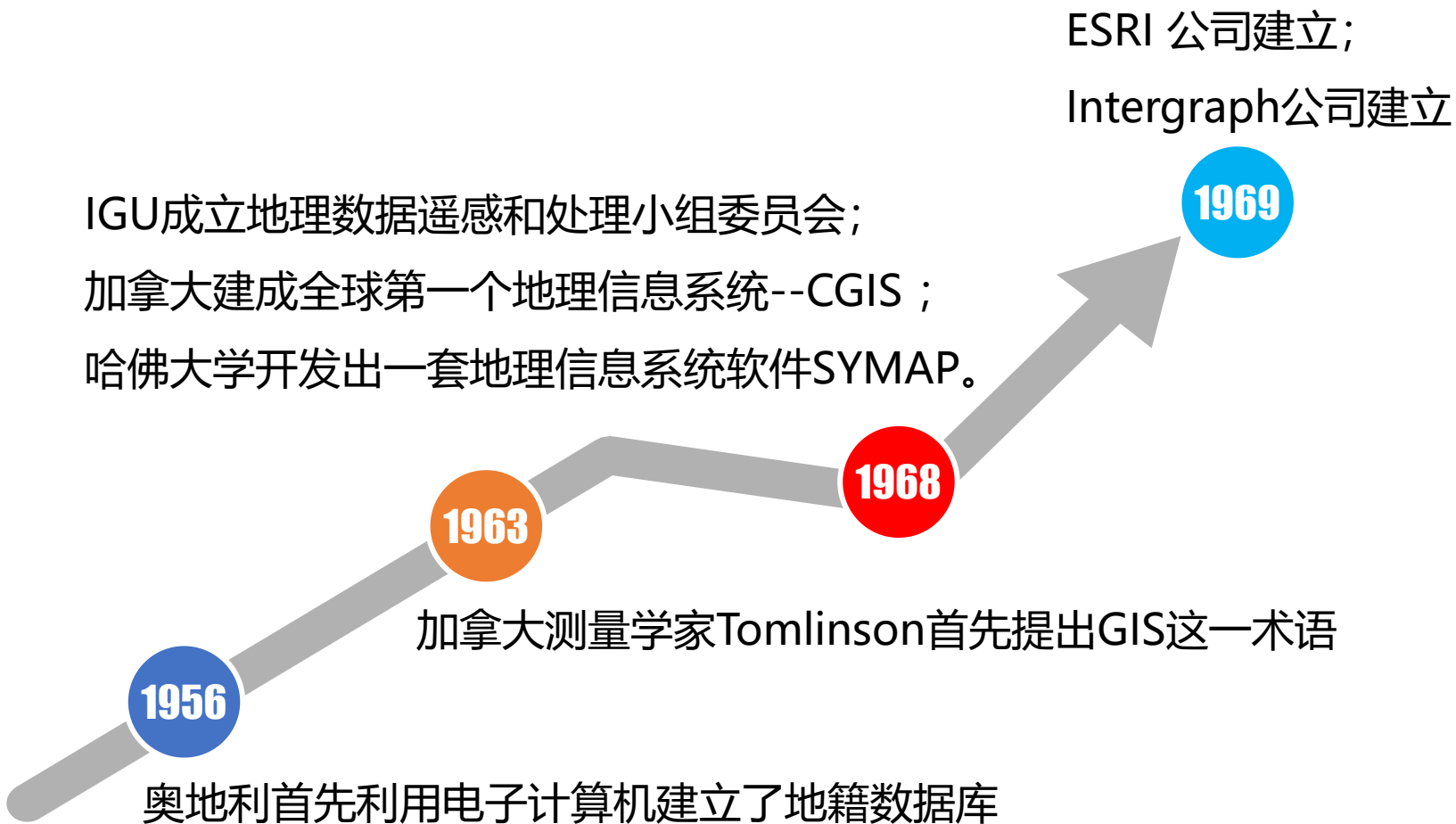
## 五个发展阶段

综观GIS发展，从20世纪60年代兴起以来，可将地理信息系统发展分为以下几个跨越式的发展阶段：



# 1.6 GIS的发展历程

## GIS开拓期 (20世纪50~60年代)





# 1.6 GIS的发展历程

## GIS巩固发展期 (20世纪70年代)

- ❑ 大容量存取设备--硬盘的使用, 为空间数据的录入、存储、检索和输出提供了强有力的手段
- ❑ 发达国家建立了不同主题, 不同规模, 不同类型, 各具特色的地理信息系统。
  - ❖ 美国森林调查局--美国林业资源信息显示系统;
  - ❖ 日本国土地理院--数字国土信息系统
  - ❖ 法国--GITAN系统和地球物理信息系统
- ❑ 遥感数据纳入地理信息系统
  - ❖ 1976年, 美国喷气推动实验室--影像信息系统IBIS
  - ❖ 1978年, ERDAS成立

# 1.6 GIS的发展历程

## GIS技术大发展期 (20世纪80年代)

图形工作站和个人计算机等新一代计算机出现

1981

1985

1986

1987

1988~1989

ESRI ARC/INFO GIS发布

GPS成为可运行系统

MapInfo建立

地理信息系统的  
国际杂志出版

美国人口调查局第一次  
公开发布TIGER

SPOT卫星首次发射

GIS World首次发行

Intergraph发布MGE

国际GIS在20世纪  
80年代的发展

# 1.6 GIS的发展历程

## GIS技术大发展期 (20世纪80年代)

### 国内GIS在20世纪80年代的发展

#### 标志性事件

01

1980年，全国第一个地理信息系统研究室在中国科学院遥感应用研究所成立。

02

1985年，国家资源与环境信息系统实验室成立。

03

在理论探索、硬件配制、软件研制、规范制定、局部系统建立、初步应用实验和技术队伍培养等方面积累经验，为全面开展地理信息系统的研制和应用奠定了基础。

# 1.6 GIS的发展历程

## GIS应用普及时代 (20世纪90年代)

随着地理信息产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及，地理信息系统深入到各行各业乃至各家各户，成为人们生产、生活、学习和工作中不可缺少的工具和助手。

中国地理信息系统步入快速发展阶段。力图使地理信息系统从初步发展时期的实验、局部应用走向实用化和生产化，为国民经济重大问题提供分析和决策依据。

**地理信息系统的普及时代 (20世纪90年代)**

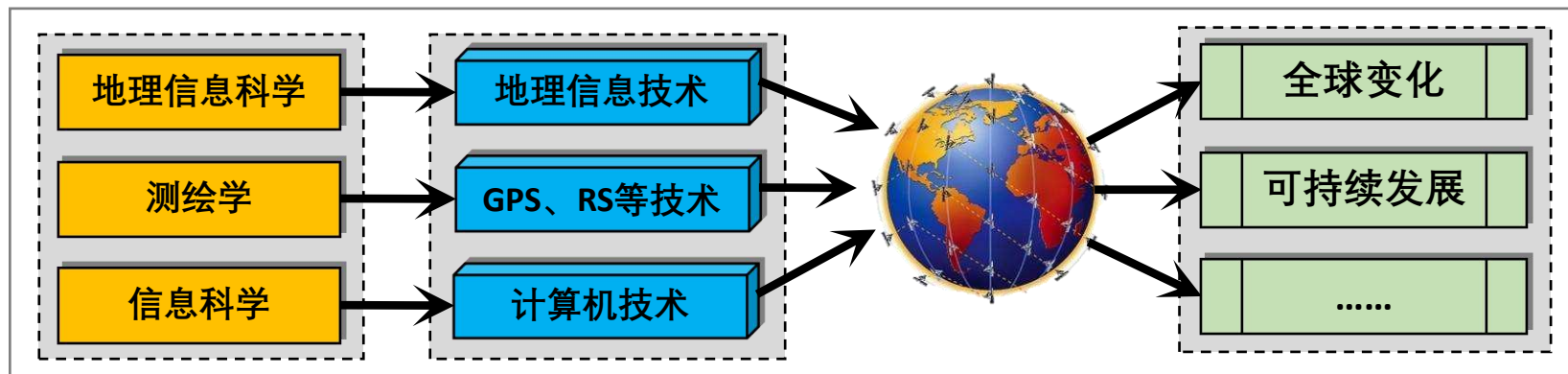
# 1.6 GIS的发展历程

## GIS应用普及时代 (20世纪90年代)

### □ 标志性技术——数字地球

1998年美国副总统戈尔提出“数字地球”的概念：“我相信我们需要一个‘数字地球’，即一种可以嵌入海量多分辨率数据的三维地球。”

数字地球是对真实地球及其相关现象统一性的数字化重现和认识，其核心思想是用数字化手段统一处理地球问题和最大限度地利用信息资源。



# 1.6 GIS的发展历史

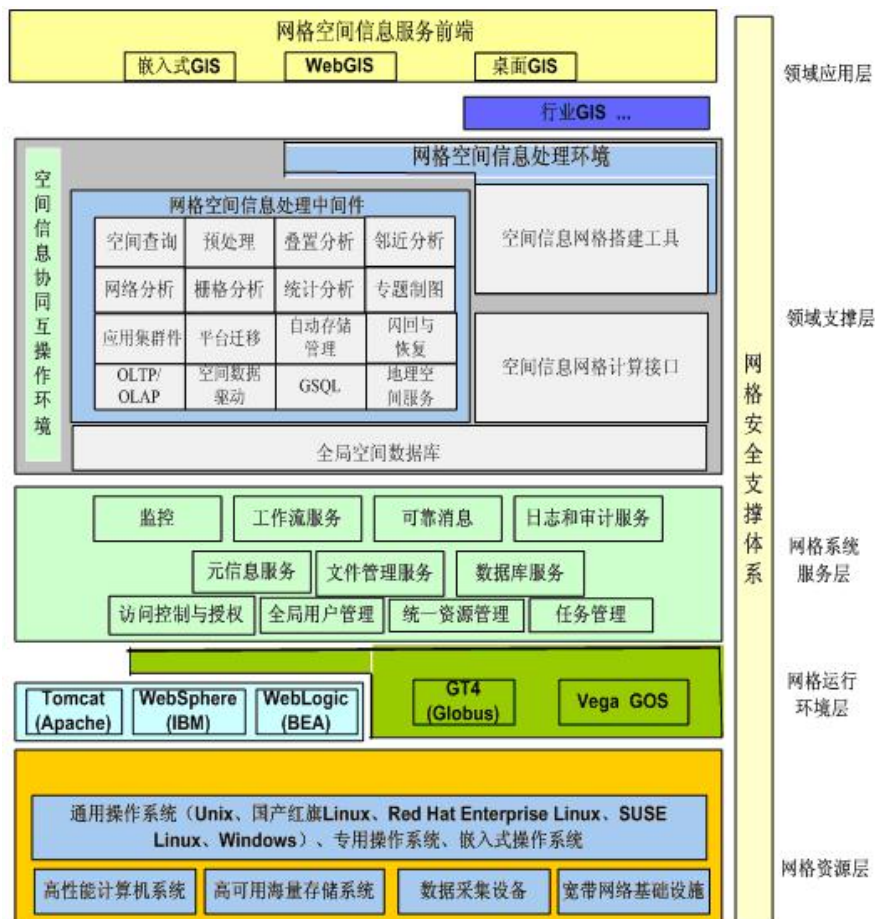
## GIS应用普及时代 (20世纪90年代)

### □ 标志性技术——格网GIS

网格(Grid)被称为第三代互联网应用，它是把整个互联网整合成一台巨大的超级计算机，实现各种资源的全面共享。网格计算是一种利用互联网或专用网络把地理上分布的各种计算机、计算机集群、存储系统和可视化系统等集成在一起。

**核心目标：**

**实现数字资源和计算资源的共享。**



# 1.6 GIS的发展历程

## GIS应用普及时代 (20世纪90年代)

### □ 标志性技术——虚拟现实GIS

VR GIS就是GIS与虚拟现实(VR)技术的结合，其核心技术是VR。VR GIS是一种最有效的模拟人在自然环境中视、听、动等行为的高级人机交互技术，为人们提供一个逼真的模拟环境。GIS与VR技术结合，将虚拟环境带入GIS使其更加完善。主要包括传统的VR和AR两种技术。



# 1.6 GIS的发展历程

## GIS大变革时代 (21世纪至今)

### □ 标志性技术

- ❖ 物联网与智慧城市
- ❖ 云平台与数据中心
- ❖ 大数据与并行计算
- ❖ 机器学习与人工智能



# 专业术语与思考题

## 专业术语

数据、信息、地理数据、地理信息、地理信息系统、应用模型、GIS支撑软件、GIS平台软件、GIS应用软件、GIS地学模型、数字地球、网络GIS、移动GIS、时空大数据

## 复习思考题

### 一、思考题（基础部分）

- 1、你是如何理解地理信息系统概念的？
- 2、GIS同时作为地理信息系统、地理信息科学和地理信息服务的简称，试阐述你对它们的理解？
- 3、试论述空间数据和应用模型在地理信息系统中的作用和地位。
- 4、地理信息系统的基本功能和应用功能的区别和联系是什么？
- 5、地理信息技术的出现和发展，对地理学和测绘学产生了哪些重要的影响？
- 6、网络技术的出现和发展使GIS技术产生哪些主要的变化？
- 7、大数据技术的出现给地理信息系统带来了哪些机遇和挑战？
- 8、人工智能的兴起和发展，将对地理信息系统产生哪些影响？

## 复习思考题

### 二、思考题（拓展部分）

- 1、试通过查询网络资源或结合日常生活经历，举出几个国内外GIS应用的例证。
- 2、通过网络查询我国有关地理信息系统的主要研究机构及其在全国的分布。
- 3、我国有关地理信息系统技术的刊物有哪些？各有什么特点？
- 4、根据你所掌握的资料，分析地理信息系统的发展前景？
- 5、列举一些常用的工具型GIS软件和成熟的应用型GIS软件，并论述其主要特点。