# GIS基础知识

2014 地理信息系统和地理信息科学

2011 阐述地理信息系统的构成,并结合你熟悉的某种地理信息系统软件,说明地理信息系统的主要功能。

2008 叙述 GIS 如何在土地管理中应用。

2006 以目前常用的一个 GIS 软件为例,介绍 GIS 的功能。

2003 地理信息系统互操作

地理信息系统

（Geographic Information System，GIS）是收集、存储、管理和分析地理空间信息的系统。它是以地理空间数据库为基础，在计算机硬软件环境的支持下，对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用地理模型分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理硏究和决策服务而建立起来的一类计算机技术系统。

地理信息科学

与地理信息系统相比，它更加侧重于将地理信息视作为一门科学，而不仅仅是一个技术实现，主要研究在应用计算机技术对地理信息进行**处理、存储、提取以及管理和分析**过程中提出的一系列基本问题。地理信息科学在对于地理信息技术研究的同时，还指出了支撑地理信息技术发展的基础理论研究的重要性。

地理信息系统功能

* 数据采集功能

主要用于获取数据，保证地理信息系统数据库中的数据在内容与空间上的完整性、数值逻辑一致性与正确性等。数据采集是GIS的第一步，即通过各种数据采集设备如数字仪、全站仪等来获取现实世界的描述数据，并输入GIS。

* 数据编辑与处理

通过数据采集获取的数据称之为原始数据，原始数据不可避免地含有误差。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、拼接等一系列的处理工作。

* 数据存储、组织与管理功能

计算机的数据必须按照一定的结构进行组织和管理，才能高效地再现真实环境和进行各种分析。由于空间数据本身的特点，一般信息系统中的数据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。目前常用的 GIS 数据结构主要有矢量数据结构和栅格数据结构两种，而数据的组织和管理则有文件——关系数据库混合管理模拟模式、全关系型数据管理模式、面向对象数据管理模式等。

* 空间查询与空间分析功能

GIS 软件应提供空间查询语言，满足常见的空间查询的要求。同时应提供强大的空间分析功能，比如地形分析、土地适应性分析、网络分析、登置分析、缓冲区分析、决策分析等。

* 数据输出功能

通过图形、表格和统计图表显示空间数据及分析结果是 GIS 项目的必需。作为可视化工具，不论是强调空间数据的位置还是分布模式乃至分析结果的表达，图形是传递空间数据信息最有效的工具。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。此外对属性数据也要设计报表输出等。

简述 GIS 的组成及主要作用

一个 GIS 系统，要支持对空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示等功能，其基本组成一般包括五部分：系统硬件、系统软件、空间数据、应用人员和应用模型。

* **GIS硬件：**用以存储、处理、传输和显示地理信息或空间数据。
* **GIS软件：**是系统的核心，用于执行 GIS 功能的各种操作，包括数据输入、处理、数据库管理、空间分析和图形用户界面（GUI）等
* **空间数据：**地理信息系统操作对象是空间数据，它具体描述地理实体的空间特征属性特征和时间特征。
* **GIS 应用人员：**包括系统开发人员和 GIS 技术的最终用户。
* **应用模型：**建和选择是系统应用成败至关重要的因素，虽然 GIS 为解决各种现实问题提供了有效的基本工具，但对于某一专门应用目的的解决必须构建专门的应用模型。

以常用的地理信息软件阐述GIS的功能

(1) GIS 的组成和功能

地理信息系统主要由：

系统硬件：包括各种硬件设备，是系统功能实现的物质基础，包括数据输入、处理、输出设备。

系统软件：支持数据采集、存储、加工、回答用户问题的计算机程序系统

空间数据：系統分析与处理的对象，统的应用基础。

应用人员：GIS服务的对象，分为一般用户和从事建立、维护、管理和更新的高级用户。

应用模型：解决某一专门应用的用模型，是GIS产生社会经济效益的关键所在。是为某一特定的实际工作而建立的运用地理信息系统的解决方案，其构建和选择是系统应用成败至关重要的因素。

**GIS的基本功能**

·数据采集与存储

·数据存储与管理

·数据处理和变换

·空间分析和统计

·产品制作与演示

·二次开发和编程

ArcGIS Desktop 主要包括 Arc Catalog、ArcMap、Arc Globe、Arc Toolbox等

* ArcMap：具有基于地图的所有功能，包括制图、地图分析与编辑，是一个复杂的制作地图的应用程序，还用于地图产品的显示与打印。
* ArcCatalog：是地理数据的资源管理器，帮助用户组织和管理所有的GIS信息，比如地图、数据集、模型、元数据、服务等
* ArcToolBox：的工具对话框与Mode Builder 的模型可用于数据的处理和变换、空间分析与统计。
* ArcGIS Engine:能在 VS 中实现软件的二次开发与编辑。

地理信息系统与相关学科的关系

地理信息系统与测量学

GIS 的发展和应用与测量学密切相关。一方面，测绘技术为 GIS 提供所需要的空间数据。大地测量为地理信息系统提供了精确定位的控制系统。航空像片及其精确测量方法的应用使得摄影测量可以为地理信息系统提供大范围的地形数据。另一方面，GIS 可以实现测绘成果的高水平组织、表达与应用。

地理信息系统与地图学

地图学是与 GIS 关系最为密切的学科。一方面，从历史发展的角度来看，地理信息系统脱胎于地图学，地图学的理论与方法对地理信息系统的发展有着重要的影响。另一方面，GIS 极大地推动了地图学的发展。正是由于 GIS 技术的运用，不但降低了地图制图的劳动强度，提高了成图的效率，降低了成图的费用，而且使地图的分析更加容易。

地理信息系统与地理学

地理学是一门研究人类赖以生存的地理空间的学科。在地理学研究中，空间分析的理论和方法具有悠久的历史，它为地理信息系统提供了有关空间分析的基本观点与方法。

# GIS前沿

3S集成

* GIS（Geographical Information System）、GNSS（Global Navigation Satellite System）、RS（Remote Sensing），RS和GNSS是GIS的重要数据源，GIS是RS和GNSS数据的重要数据处理手段。

GNSS包含GPS、北斗和伽利略系统，北斗系统是中国着眼于国家安全和经济社会发展的需要，自主建设运行的全球卫星导航系统，是为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位、导航和授时服务的国家重要时空基础设施。北斗特点：

* 采用三种轨道卫星组成的混合星座，与其它卫星导航系统相比，高轨卫星更多，抗遮挡能力更强，尤其是低纬度地区更为明显
* 北斗系统提供多个频点的导航信号，能够通过多频信号组合使用方式提高服务精度
* 北斗系统创新融合导航与通信能力，具备定位导航授时、星基增强、（精密单点定位）PPP、短报文通信等。

高分卫星覆盖了从全色、多光谱到高光谱，从光学到雷达，从太阳同步轨道到地球同步轨道等多种类型，构成了一个具有高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率和高精度观测能力的对地观测系统，填补了我国在高分遥感卫星领域的多项空白。高分1-9号卫星：

* 目前我国已经成功发射的一号高分宽幅、二号亚米全色、三号1米雷达、四号同步凝视、五号高光谱观测、六号陆地应急监测、七号亚米立体测绘7颗高分卫星。
* **高分卫星覆盖了从全色、多光谱到高光谱、从光学到雷达、从太阳同步轨道到地球同步轨道等多种类型**，构成了一个具有高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率和高精度观测能力的对地观测系统，填补了我国多项高分遥感卫星领域的空白。

3S 技术应用中存在的问题

（1）**数据标准不统一：**受遥感卫星不同传感器影响，导致影像数据空间、时间及辐射 分辨率的不统一，而目前还没有能够较好兼容不同数据的方法。另外，栅格数据和矢量数据拥有不同的数据结构特征，综合栅格数据和矢量数据的优点，构建一个统一标准、兼容 不同数据的地理信息数据库，是3S技术发展的目标。

（2）**提升数据精度**：现阶段GNSS技术大多只能用于室外定位，室内定位技术还未取得突破性进展，难以满足室内高精度应用需求；目前的定位信息大多为二维坐标信息， 在山区等不能够提供精确的定位信息，因此加入准确的高程信息有助于解决这一问题。另外，提升遥感数据和GIS模型的精度，有助于将 3S 技术应用到更多精细化领域。

（3）**多学科整合**：3S 技术作为一门多学科交叉技术，不仅需要做到三者的内部整合，还需要与计算机网络、人工智能、大数据等众多领域深度结合。目前国内的 3S 主要集中于科研应用方向，对3S集成系统的开发工作还有待加强，而构建 3S 系统需要相关人员不仅具备3S技术知识，还应有计算机软硬件等各方面背景，因此应该加强培养多学科高素 质复合型人才，为3S技术的发展提供充足的人才储备。

3S技术的应用

农业

3S 在农业资源管理、农作物估产、农业灾害应急响应等方面已取得广泛应用。精细农业是3S技术在农业领域的又一发力点，精细农业需要更高精度的遥感影像信息以及准确的坐标定位，结合更多其他传感器进行环境监测，在 GIS 建立高精度分析与决策模型。

生态环境监测

利用 3S 技术，结合 RS 遥感影像数据以及地形、气象等其他观测数据，构建评估模型，对生态环境质量进行动态监测。

土地资源管理

3S 技术在土地资源管理领域主要被应用于土地利用现状调和土地利用规划。3S 技术可以利用遥感手段快速收集地表信息直观反应地表变，配合 GNSS 获取地物坐标信息，将解译数据导入 GIS 数据库，高效精确地管理土地资源信息，节省大量人力与时间成本，3S 技术在近期我国“第三次全国国土调查”中也发挥了巨大的作用。

智慧城市

智慧城市的建设涉及基础影像地图数据和大量空间位置数据信息，因此智慧城市的建立离不开 3S 技术的支撑。目前 3S 技术在智慧交通，城市管线的建设和维护，城市突发灾害应急响应等方面已经发挥了一定的作用。智慧城市的建设还受很多限制因素制约，解决好地理数据繁杂、结构标准不统一的问题，将 3S 与医疗、教育、服务行业等更多领域进行深度整合，有助于 3S 技术在智慧城市的建设中进发出更大的活力。

数字城市

通过宽带多媒体信息网络、地理信息系统等基础设施平台，整合城市信息资源，建立电子政务、电子商务、劳动社会保障等信息系统和信息化社区，实现全市国民经济和社会信息化，是综合运用 GIS、RS、GNSS、宽带多媒体网络及虚拟仿真技术，对城市基础设施功能机制进行动态监测管理以及辅助决策的技术体系。

智慧城市

智慧城市是通过互联网把无处不在的被植入城市物体的智能化传感器连接起来形成的物联网，实现对物理城市的全面感知，利用云计算等技术对感知信息进行智能处理和分析，实现网上“数字城市”与物联网的融合并发出指令，对包括政务、民生、环境、公共安全、城市服务等在内的各种需求做出智能化响应和智能化决策支持。

数字孪生

实景三维建设

移动GIS

移动GIS（Mobile GIS）是建立在移动计算环境、有限处理能力的移动终端条件下，提供移动中的、分布式的、随遇性的移动地理信息服务的GIS，是一个集 GIS、GPS、移动通信（GSM/GPRS/CDMA）三大技术于一体的系统。移动 GIS 可以将 GIS 能力拓展到移动设备上

* 利用地图分析问题，做出决策
* 采集、检查、维护数据
* 离线/在线的查询、分析、数据同步

移动GIS是以移动互联网为支撑,以智能手机或平板电脑等移动设备为终端,结合北斗、GPS或基站为定位手段,为行业和大众提供基于位置的服务(Location Based Service)和移动位置的服务(Mobile Location Service),是当前的技术热点。

移动GIS的特点

**移动性、客户端多样性、服务实时性、数据资源分散、信息载体多样性**

* 移动性：运行在各种移动终端上，通过无线通信技术与服务器端交互，可以随时随地进行空间信息服务
* 客户端多样性：移动GIS的客户端指的是在户外使用的可移动终端设备，其选择范围较广，包括：PDA、移动电话、平板电脑等
* 服务实时性：在移动的过程中，不受限制地把采集到的相关信息及时处理并发布给用户。
* 数据资源分散、信息载体的多样性：定位服务、视频、语音、图像、图形、文本等。

移动GIS的关键技术

嵌入式技术

移动 GIS 的无线终端是一种嵌入式系统。具有代表性的嵌入式无线终端设备包括智能手机、平板电脑等。嵌入式系统是以应用为中心的专用计算机系统,其软/硬件可以根据需求进行配置。

无线接入技术

在移动通信领域，无线接入技术可分为两类：一类是基于数字蜂窝移动电话网络的接入技术，目前已有 3G、4G、5G 等多种无线承载网络：另一类是基于局域网的接入技术，如蓝牙、无线局域网等技术。

移动计算技术

移动计算技术是指使用小型计算设备、在位置不断移动的过程中或在地理位置分布很广的范围内，在不稳定的通信条件下实现联机事务处理和企业核心数据访问。

移动数据库技术

移动数据库是传统分布式数据库的延伸和扩展，是能够支持移动计算环境的数据库，其数据在物理上分散而在逻辑上集中。移动数据库要求支持用户在多种网络条件下都能够有效地访问，完成移动查询和事务处理。

GNSS 定位技术

GNSS 定位技术可为用户提供随时随地的准确位置信息服务。其基本原理是将接收机收到的信号经过误差处理后解算得到位置信息，再将位置信息传给所连接的设备，连接设备对该信息进行一定的计算和变换后传递给移动终端。

移动GIS的开发模式

移动GIS系统的开发包括移动端的开发与服务器端的开发。服务器端的开发与传统GIS服务器端的开发几乎一致, 而移动端的开发目前主要有3种方式:

**基于现有类库的组件式开发**。主要指利用GIS软件厂商提供的GIS功能组件, 并使用程序开发语言进行二者的集成开发。通常, GIS组件都提供了诸如地图显示、缩放和平移等基本的GIS功能, 开发者可以很方便地利用这些组件或类库, 并将其集成到现有的系统中。由于移动GIS的开发起步较晚, 目前提供移动GIS组件的厂商并不多。

**基于现有平台的二次开发**。主要指在基于现有移动GIS平台上, 借助于厂商提供的工具软件进行系统地扩展开发。这种开发方式可以最大限度地利用已有平台的丰富功能, 并开发所需的扩展模块, 增强原有系统的功能, 是目前移动GIS主流的开发方式。

**自主独立开发**。主要指不依赖于任何GIS软件或组件, 从空间数据的采集、编辑到数据的处理分析及结果输出, 所有的算法都由开发者独立设计, 并用程序设计语言在一定操作系统平台上编程实现。这种方式的好处主要在于不依赖任何商业GIS工具软件, 可降低成本, 开发出适合自身需要的GIS系统。但是, 由于移动GIS平台本身的特殊性, 往往要求开发者具备比桌面GIS开发更高的程序设计能力, 通常需要大量的时间、人力和财力等方面的投入。

当前人们的生活和社会发展对移动GIS的需求程度不断提高, 大量的移动厂商都围绕移动GIS方面进行了软件开发和试验, 并针对移动平台发布了基于移动平台的开发环境。应用较广泛的有ESRI公司的ArcPad, Maplnfo公司的MapX Mobile, Autodesk公司提供了OnSite, SuperMap公司的eSuperMap, 北京灵图软件技术有限公司推出的SmartInHand等, 利用这些开发包可以很大程度上简化移动终端的开发过程。

室内GIS

近年来，随着大型购物中心、室内停车场等不断出现，室内GIS已成为一个新的热点，室内GIS的关键技术问题是室内定位，主要采用蓝牙、REID\Zigbee、超宽带与地磁等技术，目前已经具备精度高于3米的室内定位能力。

* 室内地图作为室内GIS的载体，其也将成为一种新的地图，百度地图、高德地图等都能实现室内外一体化显示。
* 室内GIS的发展还表现在与BIM(Building Information Modeling，建筑物信息系统)的协同，BIM是对建筑物内部的各种构建进行数字化，通过BIM模型，可以查询建筑物内部每个构件的信息。

VR/ARGIS

VRGIS：虚拟显示技术与地理信息系统相结合的产物。既具有传统GIS系统所具有的空间数据的存储、处理、查询和分析等共嗯，又将VR技术作为主要的用户界面和交互方法。特点

* 沉浸感：用户在虚拟环境中的真实程度
* 交互性：用户可与虚拟环境内的物体进行互动
* 想象性：不仅可显示真实存在的场景，也可以构想客观不存在的虚拟场景

ARGIS：增强现实（Augmented Reality，AR）技术与地理信息系统（GIS）相结合的产物。将虚拟信息应用到真实世界，将真实环境和虚拟场景实时叠加在同一个画面或空间中。

AIGIS

AIGIS是指将人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术与各种GIS功能进行有机结合，包括融合AI技术的空间分析或空间数据处理算法（即 GeoAI）以及 AI 与 GIS 的相互赋能的一系列技术的总称。

大数据GIS

空间大数据就是大数据中带有(或者隐含)空间位置的数据。例如：

* 手机信令数据由通讯基站与手机之间的信令链接所产生，通过手机与基站的相对关系就能计算出手机的位置；
* 社交媒体数据中，用户分享的文字、图片、视频等，通常标注有从用户终端获取的位置信息；
* 公交刷卡数据能够从车辆定位系统中获取位置信息；
* 电商交易数据，也能从IP地址获得其大致的位置信息。

大数据GIS特征：

* 可扩展的动态数据管理方式
  + 数据存储和管理从传统的面向离线式分析的组织与存储转换为可扩展的、面向实时分析与挖掘的动态处理与管理过程。
* 数据驱动的空间分析与挖掘
  + 空间分析方法由模型驱动逐渐转变为数据驱动。大数据GIS的空间分析不仅要有建立模型的能力，更要有发现新模式、新知识甚至新规律的能力。
* 结合地理计算的可视分析
  + 发展与地理计算相结合的可视分析是大数据GIS的另一个重要特征和发展方向。

空间数据挖掘

数据挖掘是从数据中提取隐含的、未知的和潜在有用的知识的过程。数据挖掘技术集成了机器学习、数据库系统、数据可视化、统计和信息理论等多领域的最新技术，有着广泛的应用前景。空间数据挖掘可以定义为从空间数据库中提取隐含的知识、和没有直接存储的空间关系、空间模式的过程。

(2) 在遥感中的应用

空间数据挖掘分类方法在遥感影像的分类中用得比较多，可把遥感影像的n个波段看成是一个n维的欧氏空间的n个向量，从而在这个空间中进行分类。

空间数据挖据可以说是为了解决空间数据海量特性而扩展的一个数据挖掘的分支，它在卫星图像处理和模式识别方面有着广泛的应用前景。如结合模式识别方法可通过高光谱遥感影像对森林进行很好的分类。

(3) 在 GIS 中的应用

空间数据的发展是伴随传统数据挖掘而发展的，大部分是在其基础上改进的，所以空间数据挖掘是个年轻而有富有前景的研究领域。空间数据挖掘的实用化还需要进一步的研究，基于泛化的空间数据挖掘技术需要进一步的改进，以处理多专题地图及多层次的交互式挖掘，并与空间索引、空间存取方法和数据库技术有效结合。大量的遥感图像要求更多的数据挖掘方法，用以检测异常、查找相似的图片，以及发现不同地物现象间的关系。挖掘空间数据将与先进的数据库系统相结合，如面向对象的空间数据库、时空数据库，并运用统计分析、空间推理、专家系统等技术以构建智能的 GIS 系统。

地理信息系统标准

OGC (Open GIS Consortium）即开放地理信息联盟，是个非盈利的国际标准组织，旨在利用其提出的**开放地理数据互操作规范**给出一个分布式访问地理数据和获得地理数据处理能力的软件框架，各软件开发商可以通过实现和使用规范所描述的公共接口模板进行互操作。

Web GIS

Web GIS就是利用Web技术来扩展和完善地理信息系统的一项技术。其多基于浏览器/服务器（Browser/Server， 简称B/S）体系结构，采用HTTP协议进行交互。具有较强的用户交互能力，可以传输并在浏览器上显示GIS数据。通过Web GIS人们可以利用网页来寻找他们所要的空间数据，并且进行各种操作。

Web GIS的应用

* 空间数据发布

由于能够以图形方式显示空间数据，较之于单纯的FTP方式，Web GIS使用户更容易找到需要的数据。

* 空间查询检索

利用浏览器提供的交互能力，进行图形及属性数据库的 查询检索。

* 空间模型服务

在服务器端提供各种空间模型的实现方法，接收用户通 过浏览器输入的模型参数后，将计算结果返回。

* Web资源的组织

Web上大量空间分布特征的信息可以通过Web GIS进行组织、管理、检索等。

WEBGIS 的特点：

* 分布式体系结构
* 空间数据本身在空间上是分布的，可在异构环境下访问多种GIS数据，具有访问分布式数据库和执行分布式处理的功能。
* 集成的客户/服务器系统
* 无论 WEBGIS 的实现方式如何，都可以把整个 WEBGIS 系统简单地划分为：客户端、服务器端、网络服务 3 个部分。
* 平台独立性
* 客户端仅仅需要安装通用浏览器即可访问和使用 WEBGIS，对客户端的软硬件没有特殊要求。
* 动态交互性
* GIS 数据的现势性决定了 GIS 数据库和应用程序必须时常更新。部署在网络不同节点上管理员可以更新自己所负责的部分，一旦更新它们对于 Internet 上的用户都将是最新的可用数据和应用程序。

WebGIS 的开发方法

WEBGIS 的开发主要是考虑前端与服务器端的开发方法，其中前端开发目前主流技术方法是通过 RIA（富客户端技术）来实现，成熟的技术有 Flex, JS, HMTL5等来实现后端，服务器端依赖成熟的WebGIS服务器来实现，例如 ArcGIS Server 等

分布式GIS

分布式 GIS 是指数据和程序可以位于不同服务器上，而是分散到多个服务器，以网络上分散分布的地理信息数据和数据库操作为研究对象的一种理论计算模型。分布式有利于任务在整个计算机系统上进行分配与优化，克服了传统集中式系统会导致中心主机资源紧张与响应瓶颈的缺陷，解决了网络 GIS 中存在的数据异构、数据共享、运算复杂等问题，是地理信息系统技术的一大进步。

GIS 互操作

在异构环境下的两个或多个实体，虽然它们的实现语言，执行环境和基于模型不同，但仍然可以相互通信和协作，以实现某一特定的任务，这些实体包括应用程序，对象，系统运行环境等，空间数据的互操作针 对异构的数据库和平台，实现数据操作处理的互操作，与数据转换相比，它是动态的数据共享，独立于平台，具有高度抽象性，是空间数据共享的发展方向。

志愿者地理信息

即 Volunteered Geographic Information (VGI），也称为自发地理信息或志愿者地理信息，是指用户通过在线协作的方式，以普通手持 GPS 终端、开放获取的高分辨率遥感影像，以及个人空间认知的地理知识为基础参考，创建、编辑、管理、维护的地理信息。目前国际使用最广泛的 VGI 平台包括 OpenStreetMap 和 Wikimapia 等。

KML与GML

GML和KML都是基于XML格式的用于表达地理空间数据的文件。

GML(Geography Marked Language，GML)地理标记语言，是由OGC定义的用于表达地理特征的XML语法，GML可以作为GIS空间数据的建模语言，也可以从当Web上空间数据的交换格式。GML语言可以描述所有形式的空间信息，不仅可以描述传统的矢量数据和栅格数据，还可以描述属性数据和拓扑数据。

其通常分成若干Profile来管理，每个Profile负责一种空间数据类型。如GML Simple Features profile用来表达矢量数据，此种类型的矢量数据通常用于Web GIS的网络要素服务。

KML(Keyhole Markup Language)与GML专注于地理信息的结构与内容不同，KML 关注于地理信息的显示和表达。KML 是以位置为中心的，而 GML 是以要素为中心的；GML 应用模式中定义的要素对象可以没有几何属性，而 KML 则必须有。KML 是一种面向客户端设计的数据形式，它以超文本的方式标记属性数据，更便于客户端的表现。本文主要研究 KML 标识语言的规范，及其与 GML 之间的交换。

Web地图服务

Web 地图服务(Web Map service，WMS)

根据用户请求返回具有地理空间位置信息数据生成的地图。其将地图作为地理数据的可视化表现，能够根据用户的请求，返回相应的地图，包括PNG、GIF、JPEG等栅格形式，或者SVG或者WEB CGM等矢量形式。WMS支持HTTP协议，所支持的操作是由URL决定的。WMS提供如下操作:

GetCapabitities：返回服务级元数据，它是对服务信息内容和要求参数的一种描述。

GetMap：返回一个地图影像，其地理空间参考和大小参数是明确定义了的。

GetFeatureInfo：返回显示在地图上的某些特殊要素的信息。

GetLegendGraphic：返回地图的图例信息。

Web 要素服务(Web Feature Service, WFS)

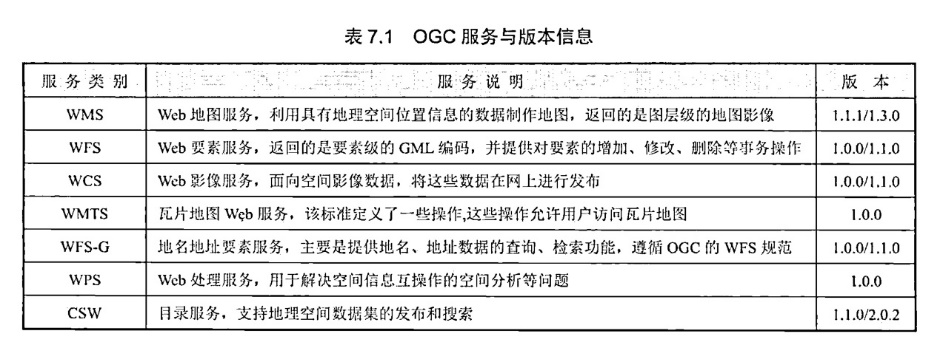
网络要素服务（WFS）支持用户在分布式的环境下通过HTTP对地理要素进行插入，更新，删除，检索和发现服务。该服务根据HTTP客户请求返回要素级的GML数据，并提供对要素的增加、修改、删除等事务操作，是对Web地图服务的进一步深入。

WFS通过OGC Filter构造查询条件，支持基于空间几何关系的查询，基于属性域的查询。

WCS网络覆盖服务(Web Coverage Service, WCS)

网络覆盖服务是面向空间影像数据，它将包含地理位置的地理空间数据作为"覆盖（Coverage）"在网上相互交换，如卫星影像、数字高程数据等栅格数据。

WMTS网络切片服务

采用预定义影像切片发布数字地图服务，WMTS弥补了WMS不能提供分块地图的不足。WMTS牺牲了提供定制地图的灵活性，代之以通过提供静态数据（基础地图），这些静态数据的范围和比例尺预先。其返回地理要素的GML编码，并提供对地理要素的增加、更新、删除等事务操作。

时空GIS

时空GIS (Time GIS）也称时态 GIS，是一种采集、存储、管理、分析与显示地理实体随时间变化信息或时空信息的计算机系统。其不仅包含传统地理信息系统的空间特性，又涵盖时间特性；即反映事物和现象的存在状态，而且表达其发展变化过程及规律。

时空 GIS核心问题是时空数据模型的建立,时空数据模型表达了随时间变化的动态结构，用于地理空间数据的时态变化分析。一个合理的时空数据模型必须考虑几个要素：**节省存储空间、加快存取速度、表现时空语义。**

时空数据模型主要有时间片快照模型、底图叠加模型、时空合成模型。

地理时空数据模型

是一种有效组织和管理时态地理数据属性、空间和时间语义更完整的地理数据模型。时空数据模型表达了随时间变化的动态结构，用于地理空间数据的时态变化分析。一个合理的时空数据模型包含：节省存储空间、加快存取速度、表现时空语义等  
目前常见的数据模型为:**时间片快照模型、底图叠加模型、时空合成模型。**

时间片快照模型

常规的时空数据模型即属于时片快照模型。它是用一系列状态对应的地理数据来反映地理现象的时空演化过程。其中可分为矢量快照模型和栅格快照模型两类。

底图叠加模型

它的基本思路是，首先确定空间据的初始状态，即底图数据：然后按照适宜的时间间隔记录数据随时间发生的叠加则表示状态的一次变化变化；再通过空间叠加操作，利用记录的变化数据来恢复各个时间片的状态数据，每一次叠加则表示时态的一次变化。

时空合成模型

在底图叠加模型的基础上提出的，其设计思想是将每一次独立的叠加操作转换为一次性的合成叠加。这样，变化的累积即形成最小变化单元，由这些最小变化单元构成的图形文件和记录变化历史的属性文件联系在一起，则可以较完整地表达数据的时空特征。

夜光遥感

在遥感空间信息获取中，夜光遥感是遥感领域发展活跃的一个分支，相比于传统的光学和雷达遥感卫星，夜光遥感是获取无云条件下地表发射的可见光-近红外电磁波信息。这些信息大部分由地表人类活动发出，其中最主要的是人类夜间灯光照明，同时也包括石油天然气燃烧、海上渔船、森林火灾以及火山爆发等来源。**相比于普通的遥感卫星影像，夜光遥感影像更直接反映人类活动，因此，被广泛应用于社会经济参量估算、城市监测、重大事件变革、生态环境评估以及公共健康等领域。**

(1) 油气开采时空信息挖掘

一带一路区域拥有全球 75%的化石能源，西亚地区有“世界石油桶之称，涵盖世界上：石油储量最大，生产和输出石油最多的国家。利用夜光遥感可充分挖掘油气开采时空强度信息，构建油气燃烧量与夜光遥感度模型，从而估算区域乃至全球油气燃烧量。油气主要成分为甲烷，依据烷燃烧产生二氧化碳定量关系，可进一步定量评估油气燃烧对二氧化碳排放量的贡献，为区域和全球气候变化研究提供基础数据。

(2) 社会济参量估算

由于“一带一路”沿线涉及 65 个国家，各国经济发展水平具有显著差异，因此评估沿线国家社会经济状况对于“一带一路”投资和建设具有重要意义。夜光遥感与人类活动高度关联，同时具有高时空分辨率特点，能够极大提高社会经济参量估算精度和制图效率

(3) 城市化过程重建

“一带一路”陆上和海上主要以城市作为节点，承载着区域经济发展的未来。由于城镇在夜间利用照明设施发出亮光，夜光遥感能够有效捕捉灯光辐射信息，可利用夜光遥感影像准确识别提取城市。