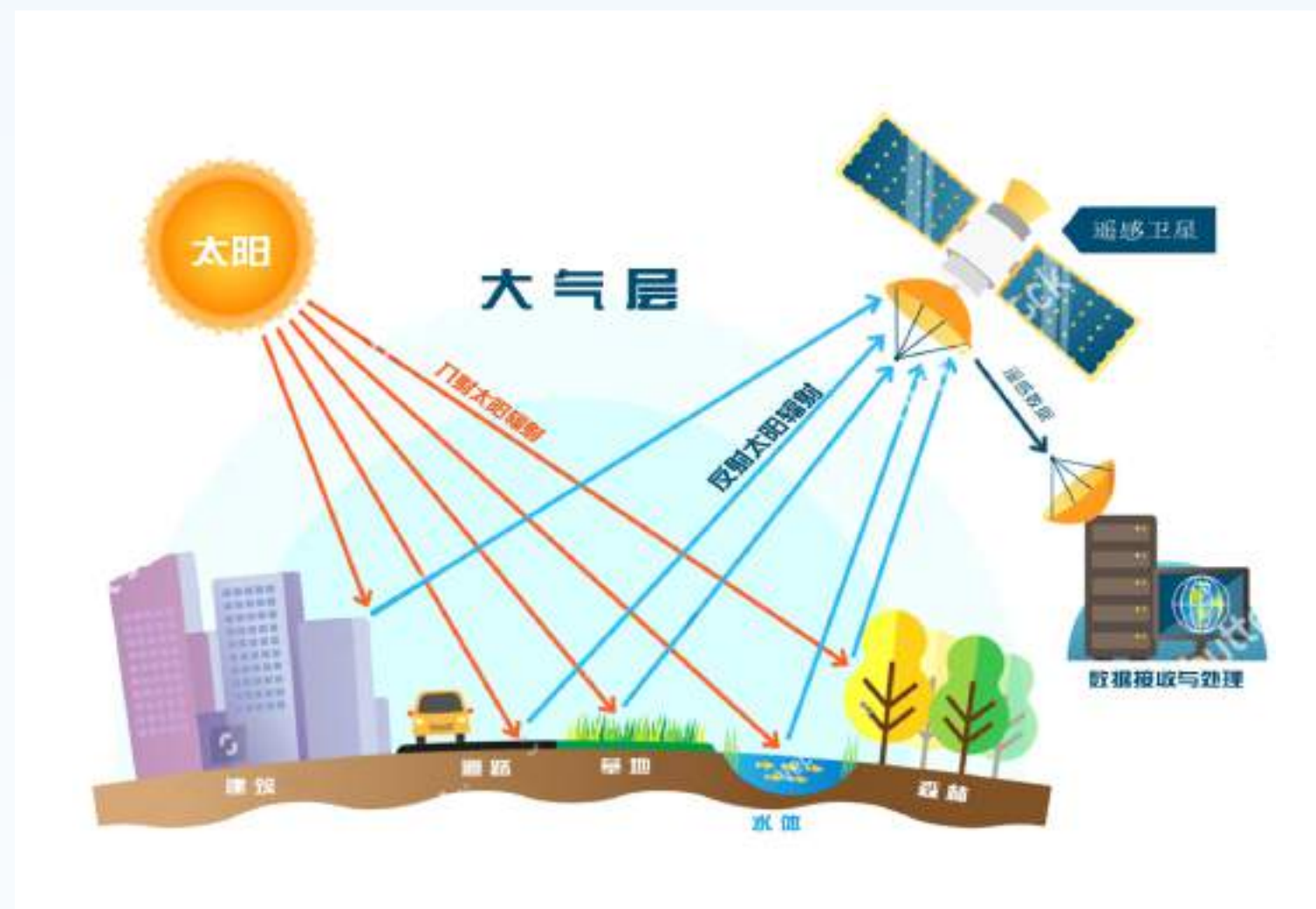


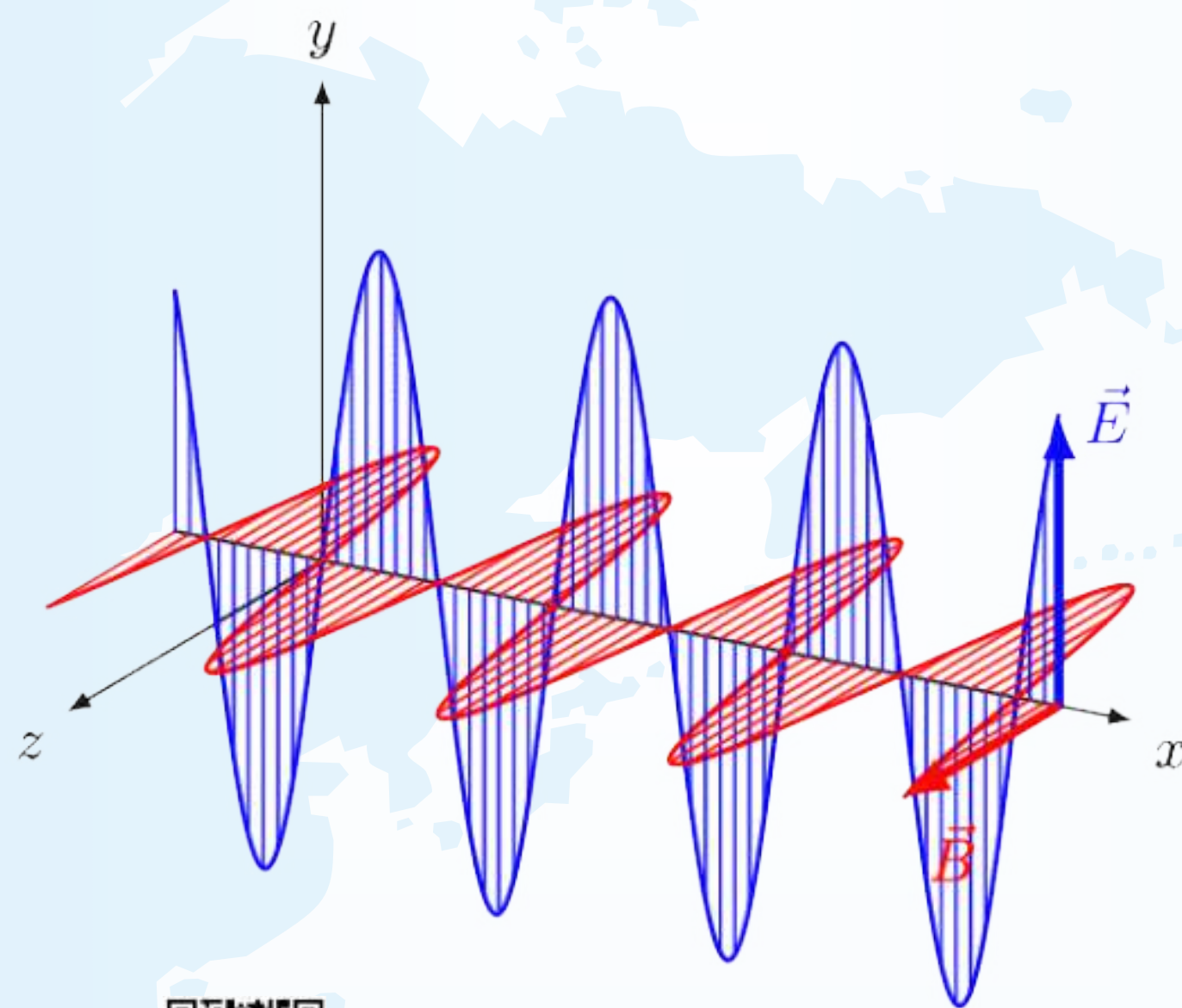


遥感概述

遥感是一种在远离目标、不与目标直接接触的情况下，通过一定的传感器获取目标物特征信息，并对这些信息进行处理、分析和应用的一门综合性的科学与技术。



电磁波是遥感获取地物信息的重要媒介，是指同方向振荡且互相垂直的电场与磁场在空间中以波的形式传递能量和动量的电磁场，也称电磁辐射。



电磁波传播示意图

遥感常用电磁波：

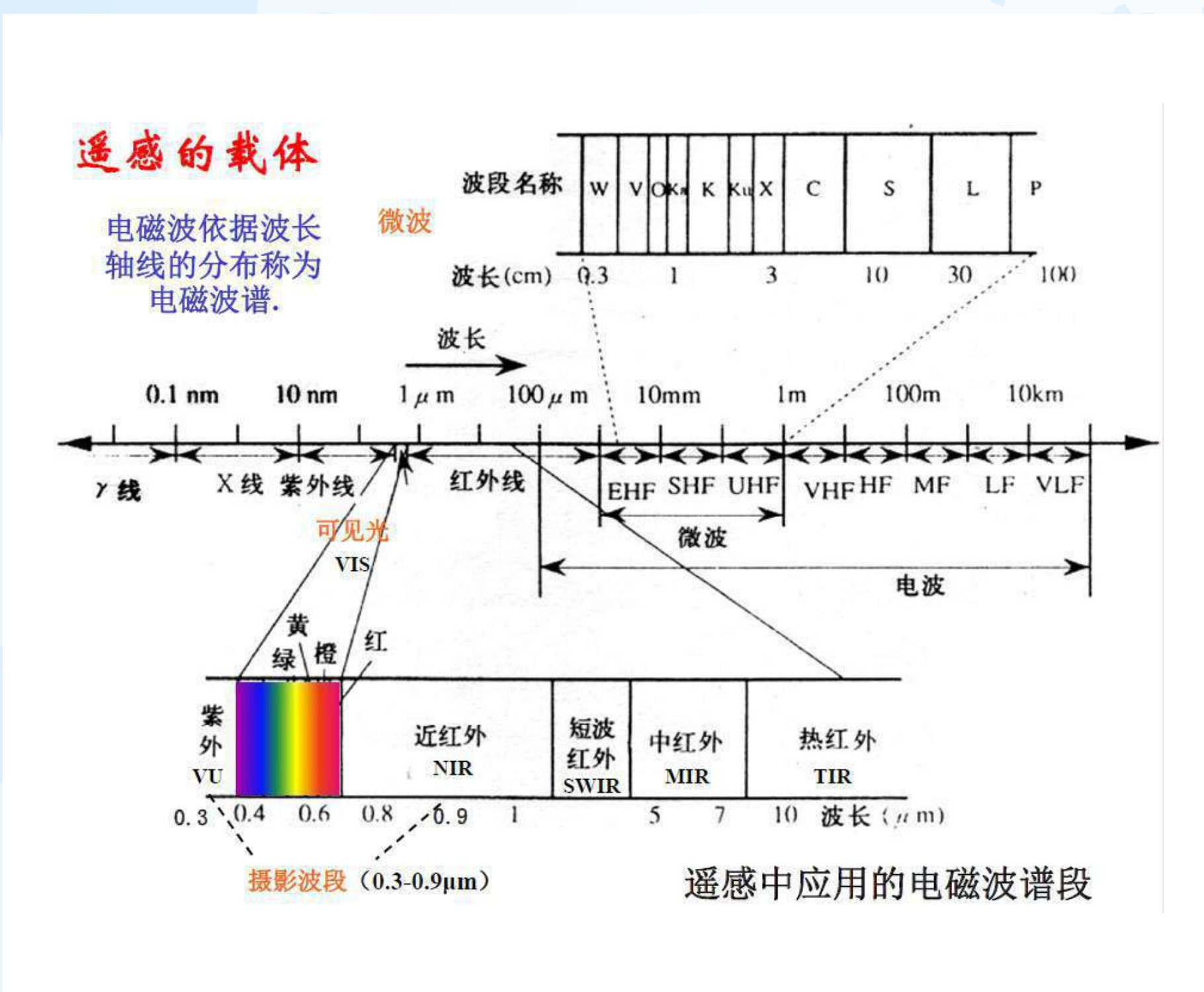
可见光是指波长范围在 $0.38-0.76 \mu\text{m}$ 之间的电磁波，以电磁反射为主，人类眼睛可以感知。

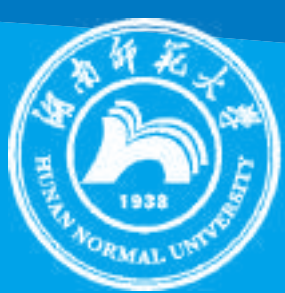
红外是指波长范围在 $0.7-1000 \mu\text{m}$ 之间的电磁波，根据红外电磁波的辐射特征，可将红外线分成反射红外和热红外：

反射红外($0.7-3.0 \mu\text{m}$):反射其他来源的热能电磁辐射。

热红外($3.0-1000 \mu\text{m}$):以热能形式向外发射电磁辐射。

微波是指波长范围在 $1\text{mm}-1\text{m}$ 之间的电磁波，主要记录地表后向散射电磁波的振幅、相位等信息，具有很强的穿透能力，不受光照条件、天气状况等影响，可以全天候、全天时地取得对地遥感观测数据。

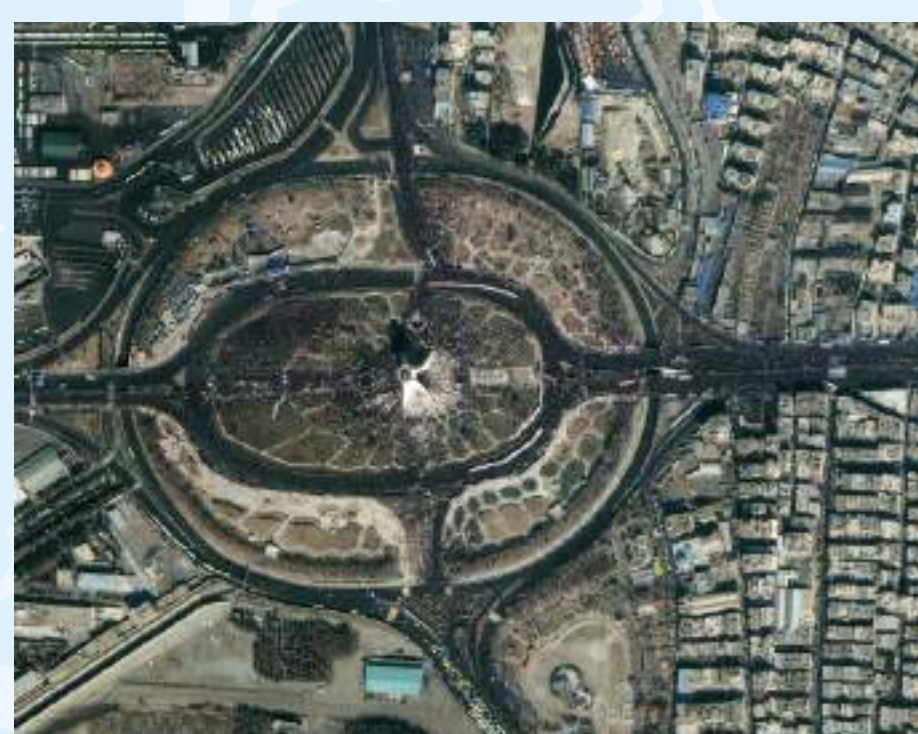
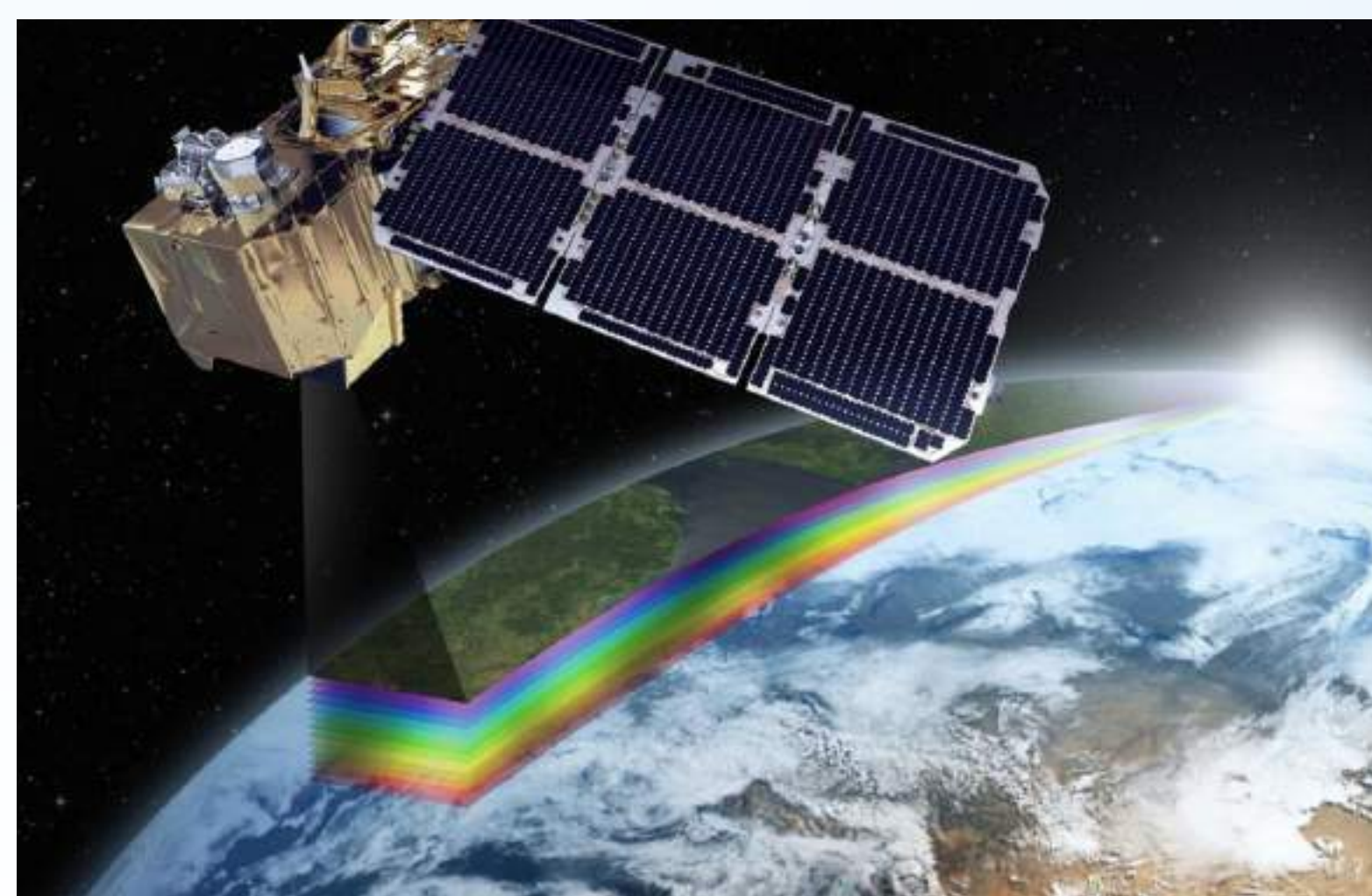
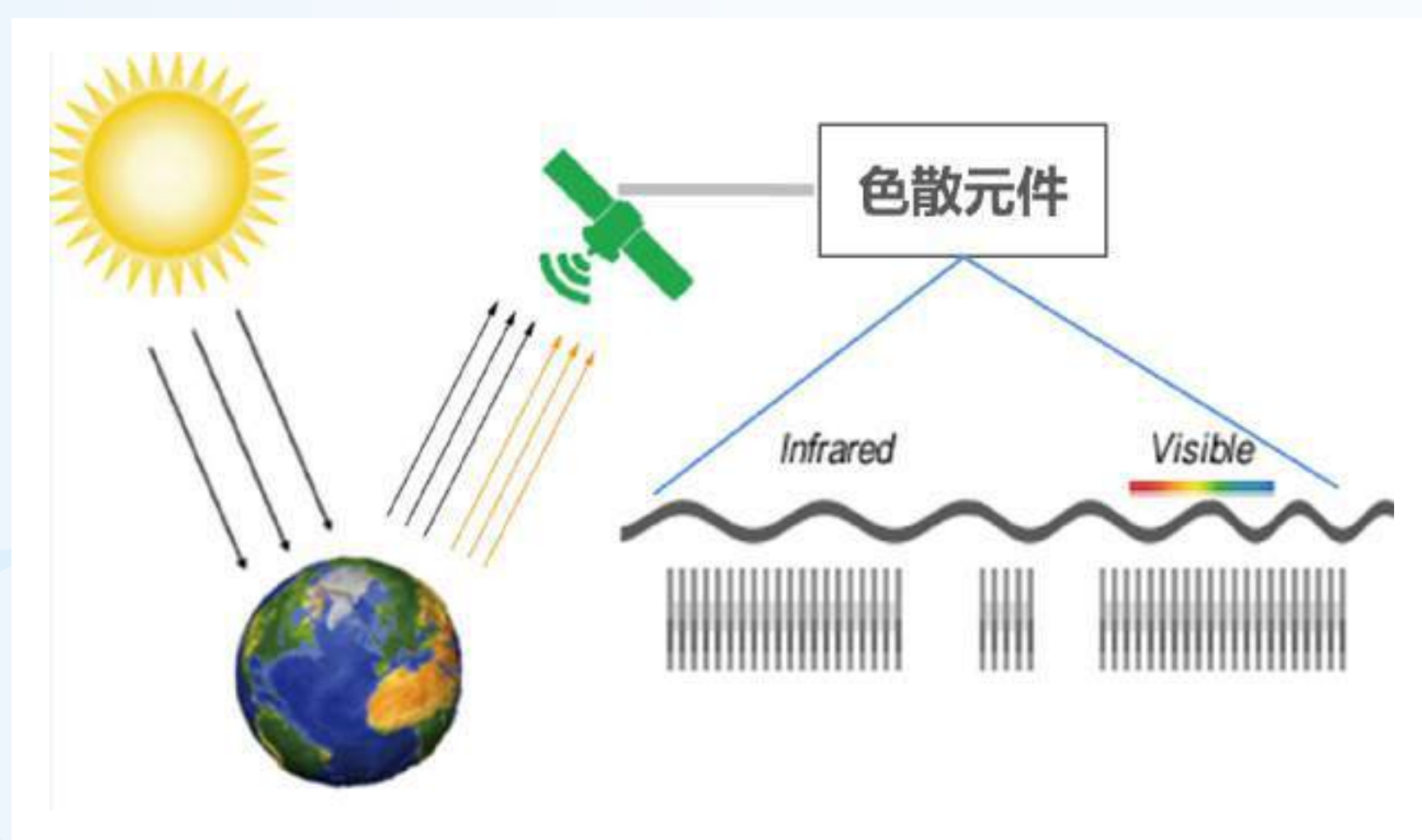




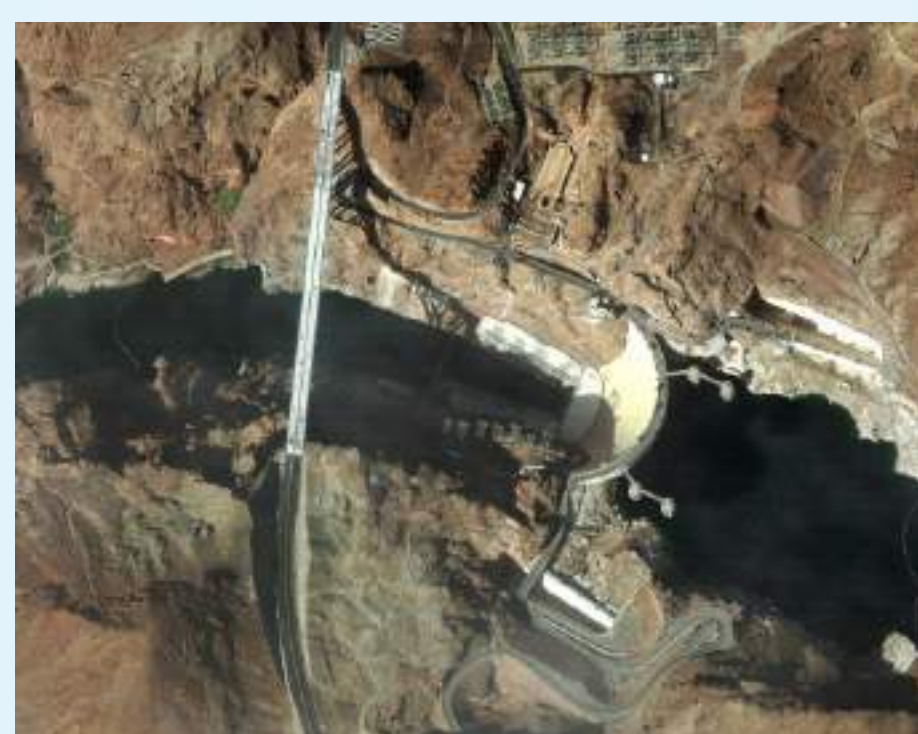
遥感技术

光学遥感

光学遥感是指利用可见光、近红外电磁波进行地物监测的遥感技术，它主要通过记录地物反射太阳光所携带的电磁波信息来探测物体，通过影像合成技术来识别不同地物，目前已被广泛应用于生态环境监测、国土资源调查、自然灾害监测与预警、考古调查、军事、全球性宏观研究等许多领域。



德黑兰Azadi广场



胡佛水坝旁路



西藏自治区会展中心



阿联酋法拉利主题乐园



鸟巢



福州体育中心



美国缅因州爱国主题玉米地迷宫

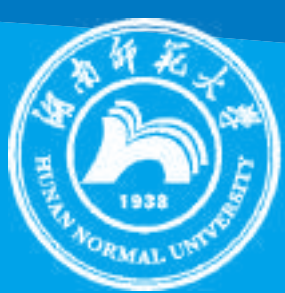


沙特阿拉伯利雅得王国塔



乞力马扎罗山

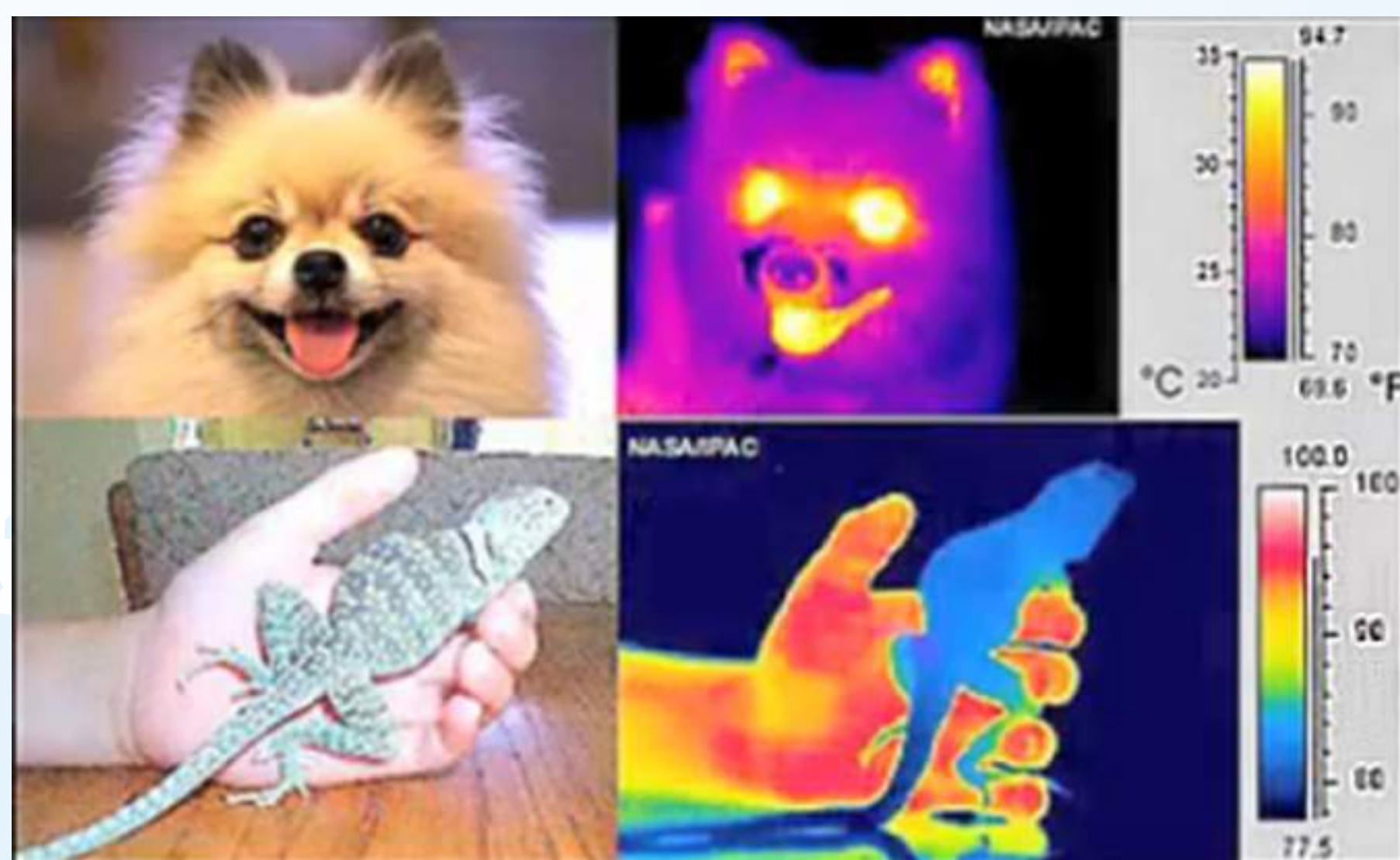
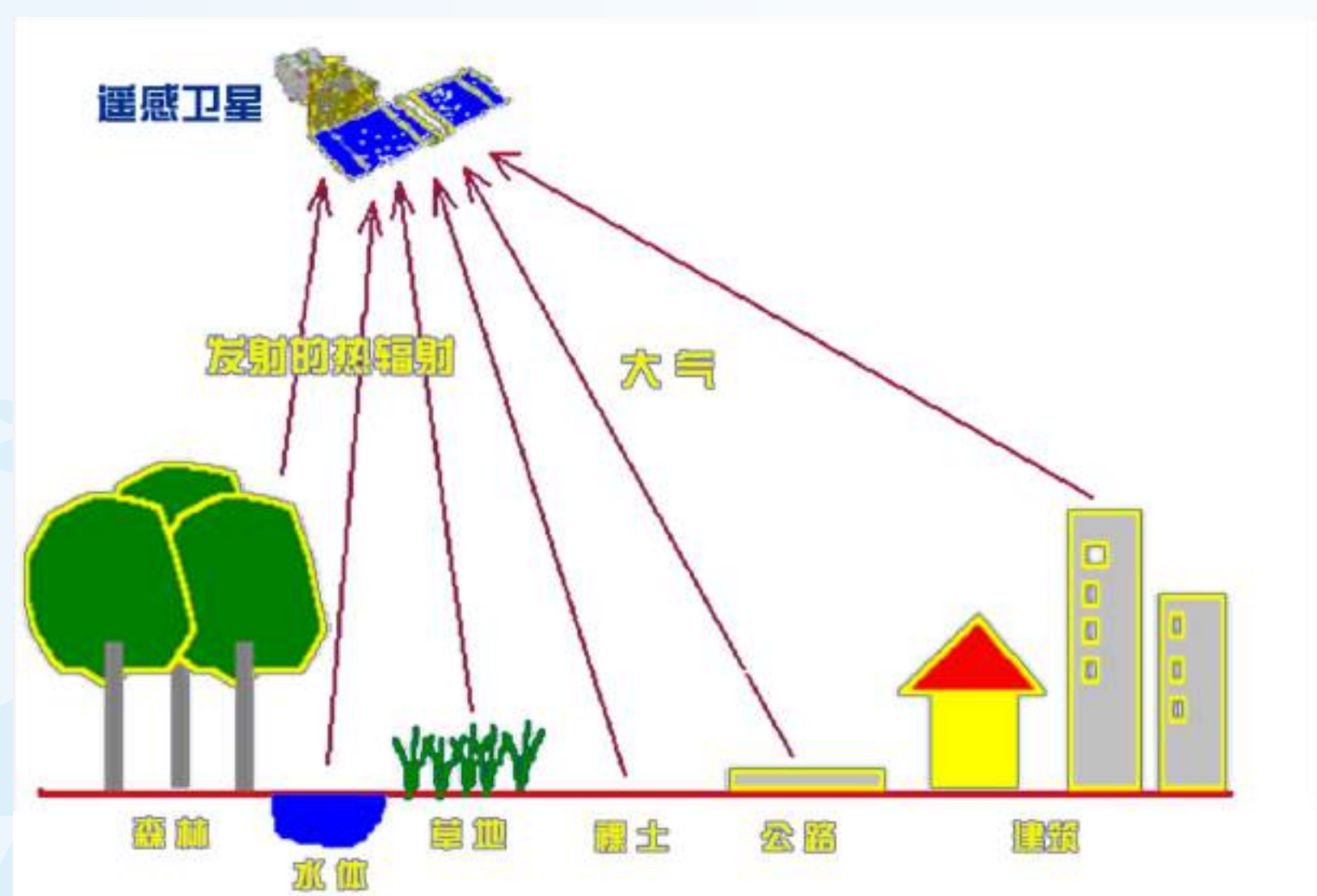




遥感技术

红外遥感

任何温度高于绝对零度（-273.15℃）的物体都会向外界以电磁波的形式发射热辐射，而红外遥感正是依据这一物理原理，利用传感器记录地物发射的电磁能量，进而根据模型计算不同地物的温度，从而达到识别地物的目的。它不受日照条件限制，因此可以昼夜成像，已被应用于区域地质、环境污染监测、灾害调查等许多领域。

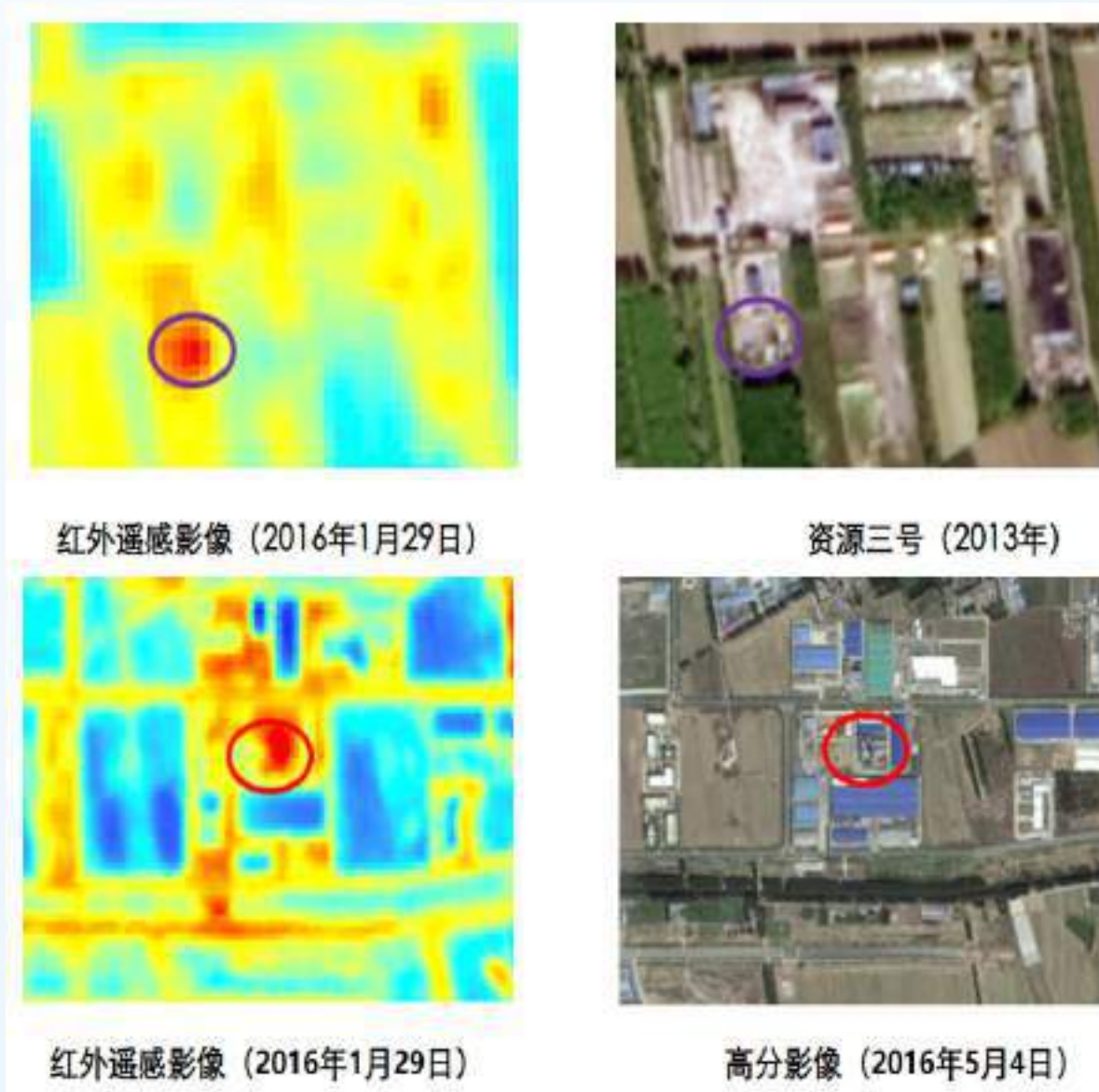


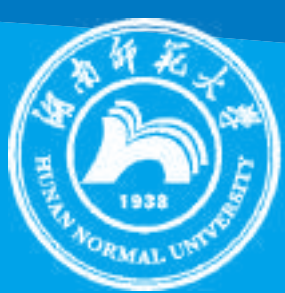
监测企业生产活动强度

左图展示了上海自由贸易试验区临港新片区2020年1月底和3月初的热红外图像，图上颜色越红表示温度越高。2020年1月底，企业的生产活动受到疫情限制，图像上温度高的红色区域较少，3月初企业复工复产区域的温度明显升高。

污染企业遥感识别

左图分别采用2014年4月Landsat-8多光谱数据及2016年1月高分红外数据开展北京地区热源提取，以相应地区高分辨率可见光遥感影像进行验证。结果表明，基于红外遥感影像数据进行热源点位探测效果较好，探测结果中大部分为具有工业热效应的工厂厂房及周边厂区，少数为裸土区域内焚烧痕迹。

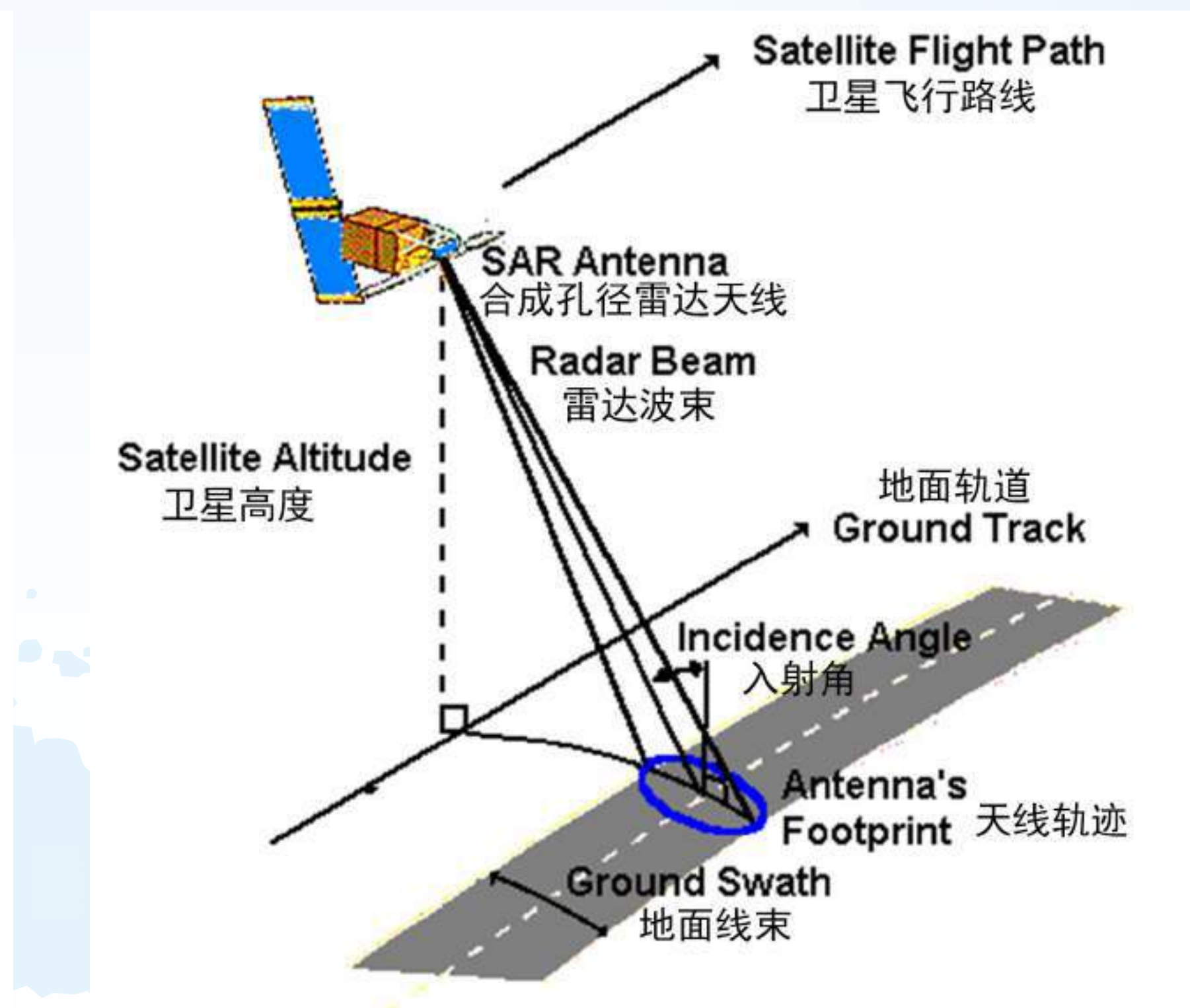
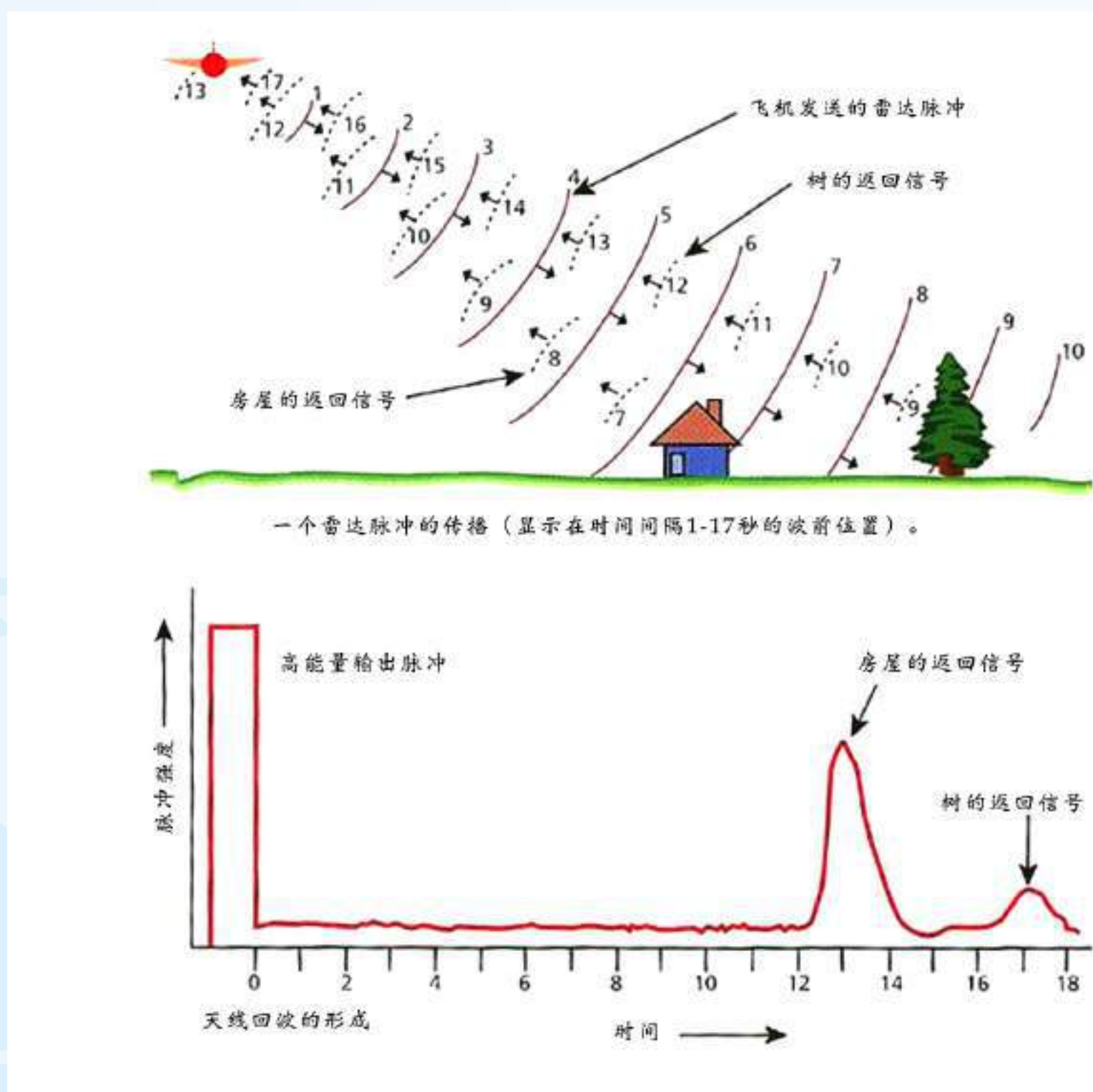




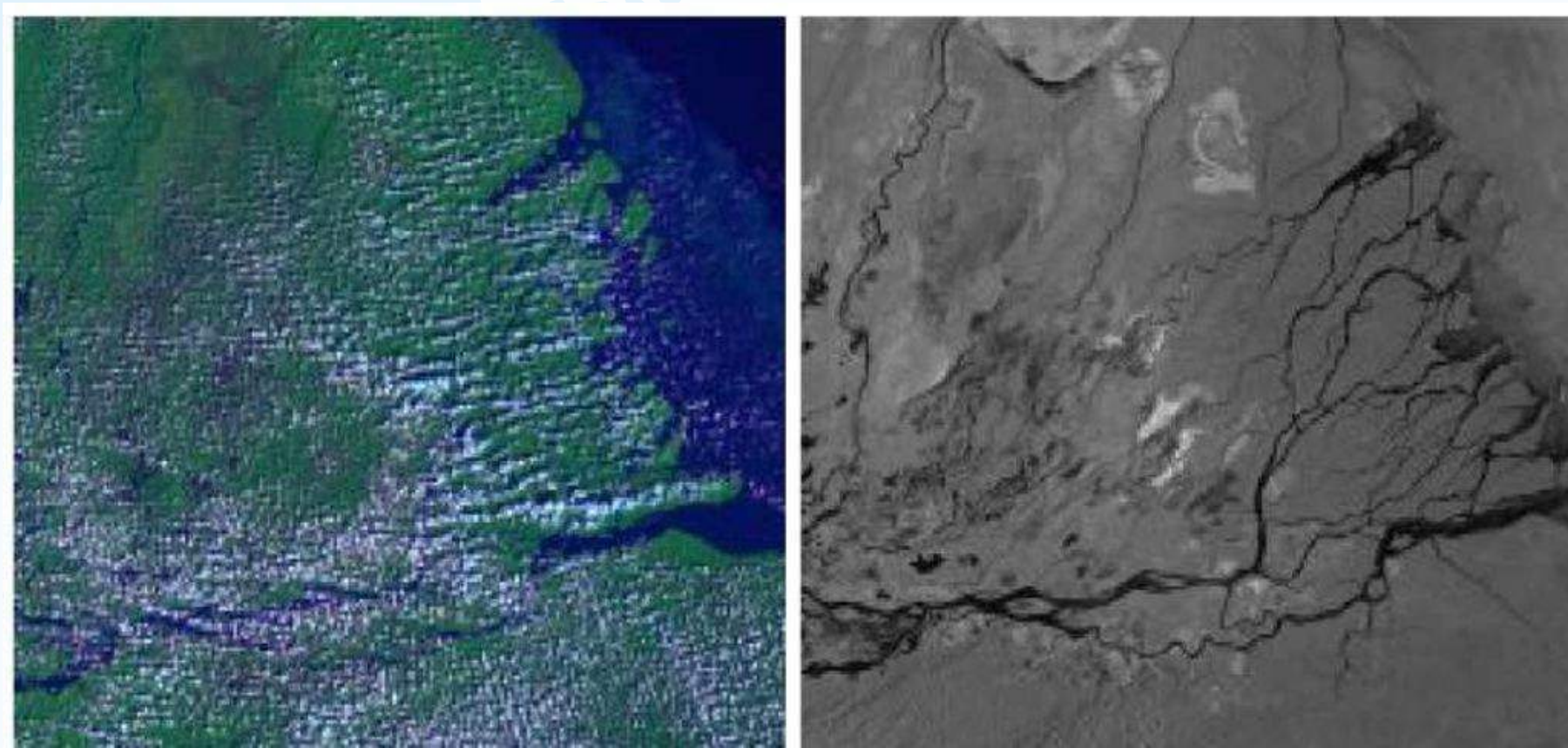
遥感技术

微波遥感

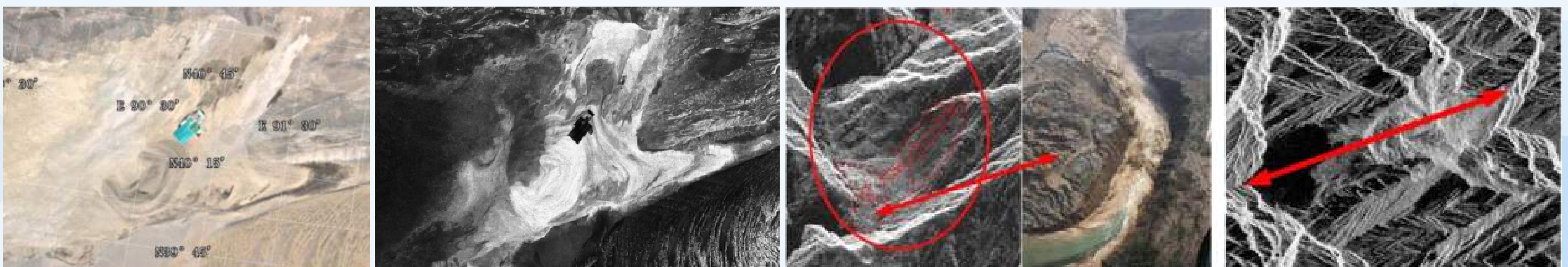
通过接收地物在微波波段（波长为1毫米~1米）的电磁辐射和散射能量来探测和识别远距离物体，微波遥感并不依赖于日光（雷达利用自身发射的电磁波），因此可以昼夜工作，具有全天时工作能力，已广泛应用于海洋、冰雪、大气、测绘，农业，灾害监测等方面。



微波遥感与光学遥感相比较有一个突出特点：受云雨影响小，这个特点在多云多雨地区或者灾后生态环境较差的地区具有突出的优势。



左图为光学遥感影像，我们看到的白色区域为云层，而相同条件下的右图微波遥感影像中，云层对图像质量的影响十分微弱，我们可以清晰地观察到河网的形状和走向。



罗布泊环境演化研究

汶川地震滑坡监测

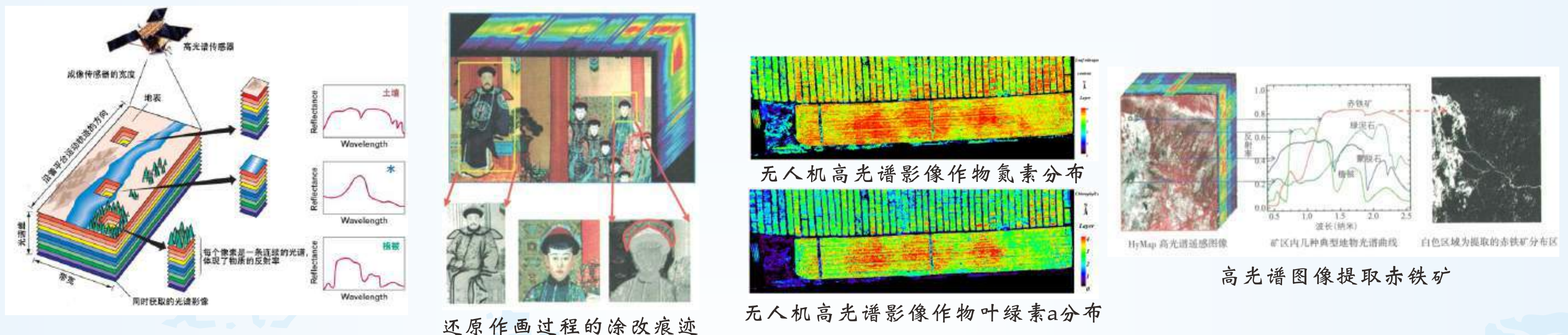




新型遥感技术

高光谱遥感

高光谱遥感是通过成像光谱仪同时获取几十甚至上百个光谱连续波段宽度很窄且光谱连续的遥感影像的技术。具有成像覆盖区域广、波段多、光谱分辨率高、图谱合一等特性，有机融合了图像维光谱维信息，能够提供更为丰富的地球表面信息。



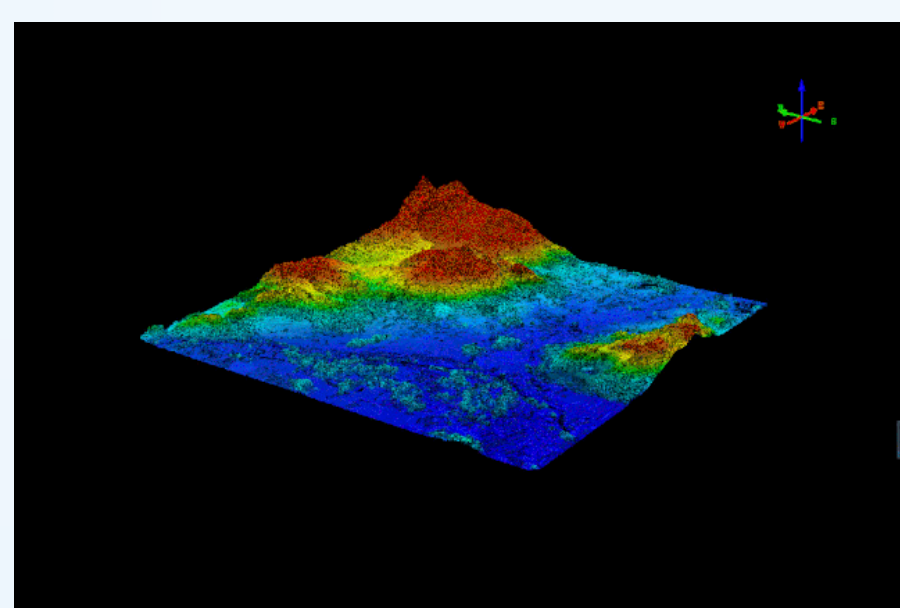
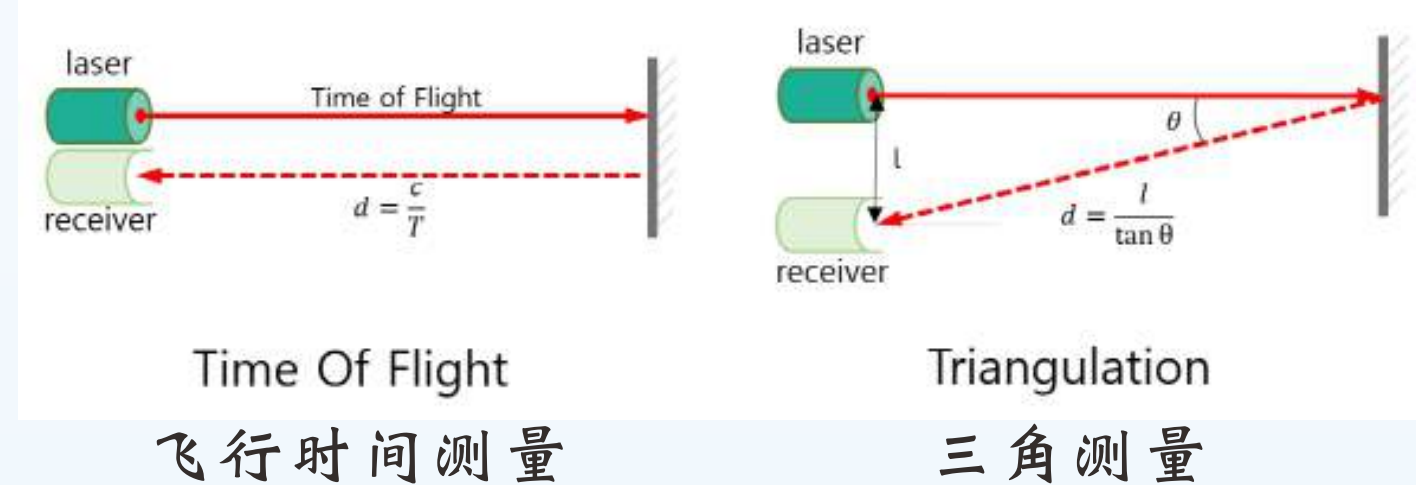
夜间灯光遥感

夜间灯光遥感通过获取夜间无云条件下地表发射的可见光近红外电磁波信息——灯光照明情况，从而揭示地表人类经济活动的潜在规律，被广泛应用于城市化进程研究、不透水面提取、社会经济指标空间化估算重大事件评估、生态环境评估等领域。



激光雷达

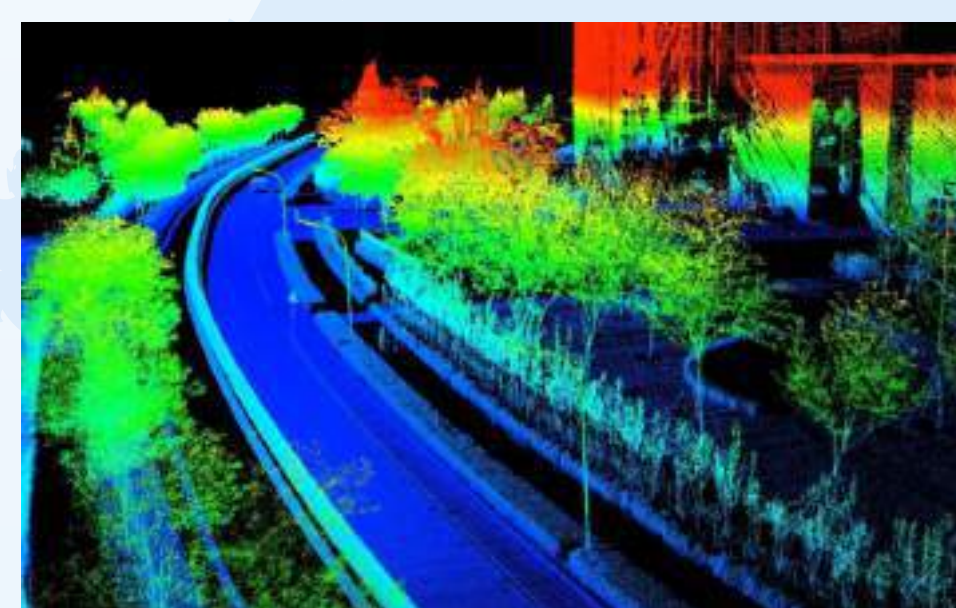
原理：激光雷达是激光探测及测距系统的简称，是一种具有发射源的主动遥感系统。通过测量光波往返发射器与被测物体之间的时间，进而计算两者之间的距离，再通过记录一个单发射脉冲返回的首回波、中间多个回波与最后回波，分析获得地表物体的三维结构信息。



三维建模



自动驾驶



数字孪生





遥感平台

遥感技术迅速发展以来，根据不同观测目标和任务需求，当前存在着以下三大类遥感平台，分别是航天遥感平台、航空遥感平台和地面遥感平台。



航天遥感

航空遥感

地面遥感



卫星作为一种重要航天遥感平台，它可在固定轨道上连续运行并实现对地遥感观测，可实现全球大范围、重复、连续观测，且卫星影像可满足不同行业需求。

利用飞机作为航空遥感平台实现遥感对地观测，也是一种重要的遥感方式，且技术手段较为成熟。能够满足特殊目标任务或者是感兴趣区域的遥感观测需求。

地面遥感平台指用于安置遥感器的三角架、遥感塔、遥感车等，高度在100m以下。在上面放置地物波谱仪、辐射计、分光光度计等，可以测定各类地物的波谱特性。





遥感卫星地面站



遥感卫星——“天有所视”

以卫星遥感为主的航天遥感，其遥感平台是各类遥感人造卫星，所携带的各类传感器可以主动或被动接收陆地、海洋、大气等的各类信息，犹如人类安放在太空的眼睛。这就是“天有所视”。

遥感卫星地面站——“地有所知”

遥感卫星地面站需要跟踪接收卫星向地面传输包含各类探测信息的电磁波信号，最终以数字信息的形式“落地”，从而为行业应用提供数据支持，这就是“地有所知”。



遥感卫星在天巡绕地球，地面接收站在地遥呼卫星。我国遥感地面卫星站历经艰辛，最终铸成国之重器，现已建成了北京密云站、新疆喀什站、海南三亚站、云南昆明站和北极站共5个遥感地面卫星站，并已实现多站组网，具有覆盖我国全部领土和亚洲70%陆地区域的卫星数据实时接收能力，以及全球卫星数据的快速获取能力。



北京密云站



新疆喀什站



海南三亚站

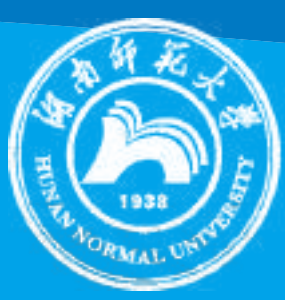


云南昆明站



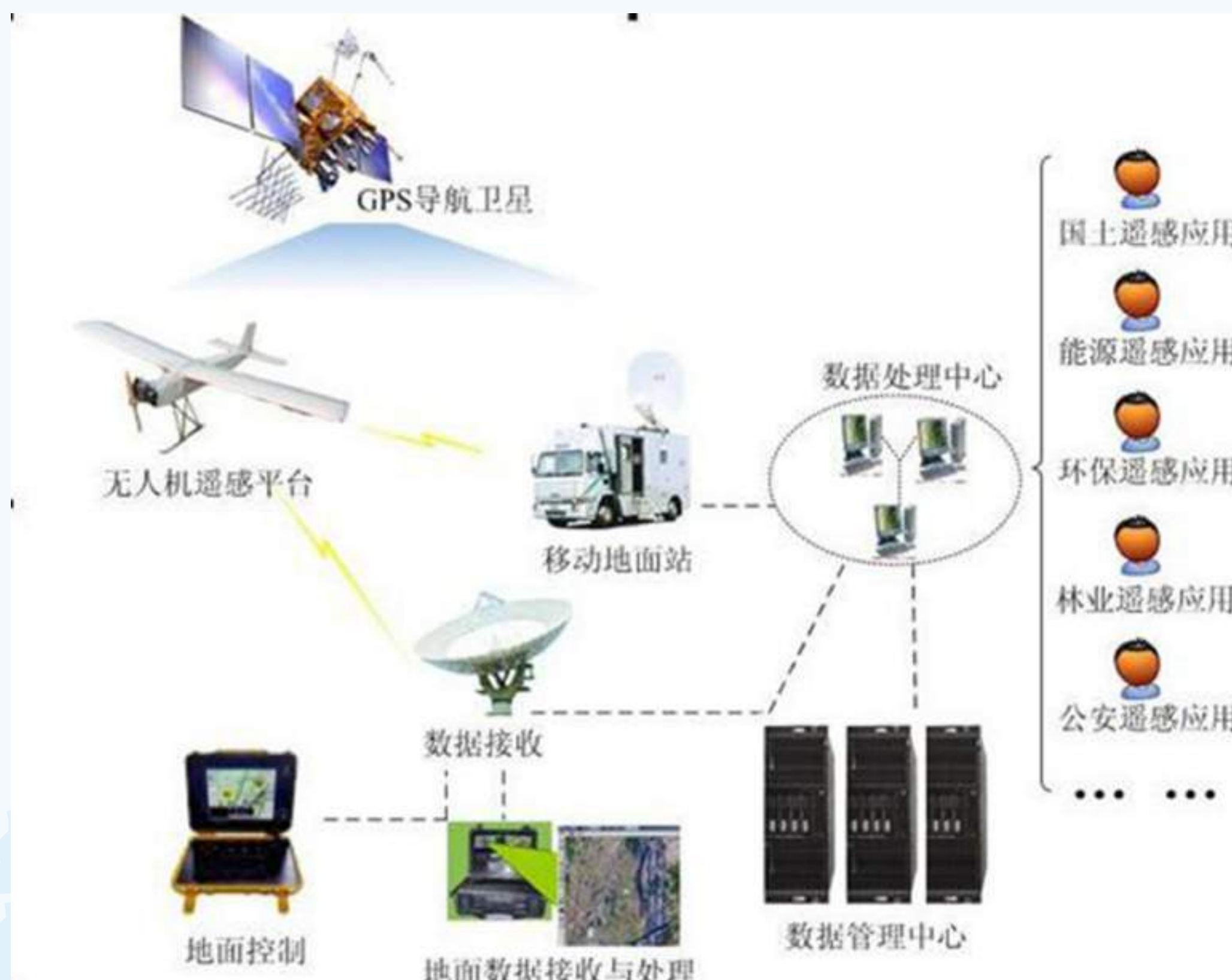
北极站





遥感系统组成

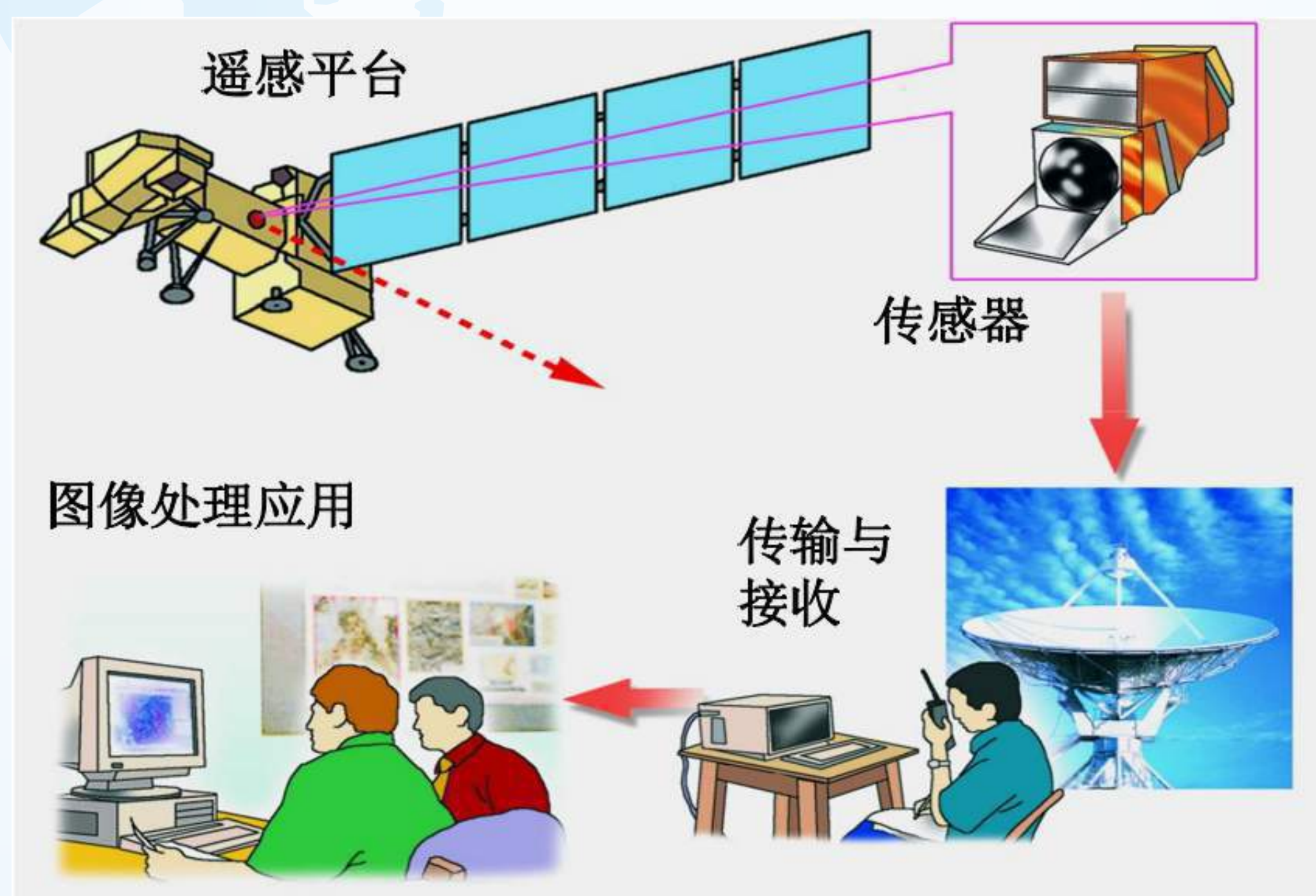
遥感技术系统是一个从地面到空间，从信息的收集、存储、处理到判读分析和应用的技术系统。包含了遥感试验系统、遥感信息的获取系统、遥感信息的接收系统、遥感信息的处理系统、遥感信息的应用系统五部分。



遥感试验系统是整个遥感技术系统的基础，它主要开展地物电磁辐射特性、遥感机理以及信息的获取、传输及其处理分析等技术手段的试验研究。

遥感信息获取系统包括遥感平台和传感器，主要用于开展地物电磁辐射特性的收集。

遥感信息处理系统主要通过各种技术手段对遥感探测所获得的信息进行的各种处理。



遥感信息接收系统是指遥感地面卫星接收站接收卫星下传数据。

遥感信息应用系统需要根据专业目标的需要，选择适宜的遥感信息及其工作方法进行，以取得较好的社会效益和经济效益。





我国遥感技术发展概况

中国遥感在20世纪70年代萌芽与初创后，经过几代人的奋发图强与联合攻关，步入了全面发展的新时代。

(1) 从萌芽到初创

在薄弱的航空摄影基础上开展高山冰川地面立体测量、唐山地震区热红外航空遥感试验等科学活动。

1975年11月26日首次成功发射返回式遥感卫星，我国卫星遥感研究取得重大突破。



我国首颗返回式卫星

(2) 奋发图强 联合攻关

改革开放以后，科学家们奋发图强、联合攻关。1978年-1981年，开展了腾冲、天津—渤海湾和二滩水能遥感实验“三大战役”，取得了丰硕的科技成果。1986年，我国第一个遥感地面卫星站建成，从此具备陆地遥感卫星数据接收能力。



我国第一个遥感卫星地面站



航空遥感系统

(3) 全面发展 成为遥感大国

陆续发射了诸多系列遥感卫星，适时实施了高分辨率对地观测系统重大专项，国家民用空间基础设施中长期发展规划和2030中国综合地球观测系统，推进中国遥感应用从追赶国外先进技术到强化自主创新的转变。





我国三大遥感卫星系统

经过30多年的蓬勃发展，我国地球观测遥感卫星技术取得了卓越的成就，已经形成了陆地卫星、气象卫星和海洋卫星3大卫星对地观测系统。

陆地遥感卫星

我国陆地遥感卫星已具备全色、多光谱、红外、合成孔径雷达、视频和夜光等多种手段的观测能力，构建了包括资源、高分、环境/实践和小卫星在内的4个对地遥感观测卫星系列，应用于国土资源调查、环境保护、灾害监测等领域。



气象遥感卫星

我国目前是世界上同时具有极轨和静止轨道两个系列业务气象卫星的少数国家之一。气象遥感卫星目前已经形成以风云卫星为主体的较为成熟的大气遥感观测体系，能够基本满足大气科学研究、天气分析和数字天气预报应用需求。

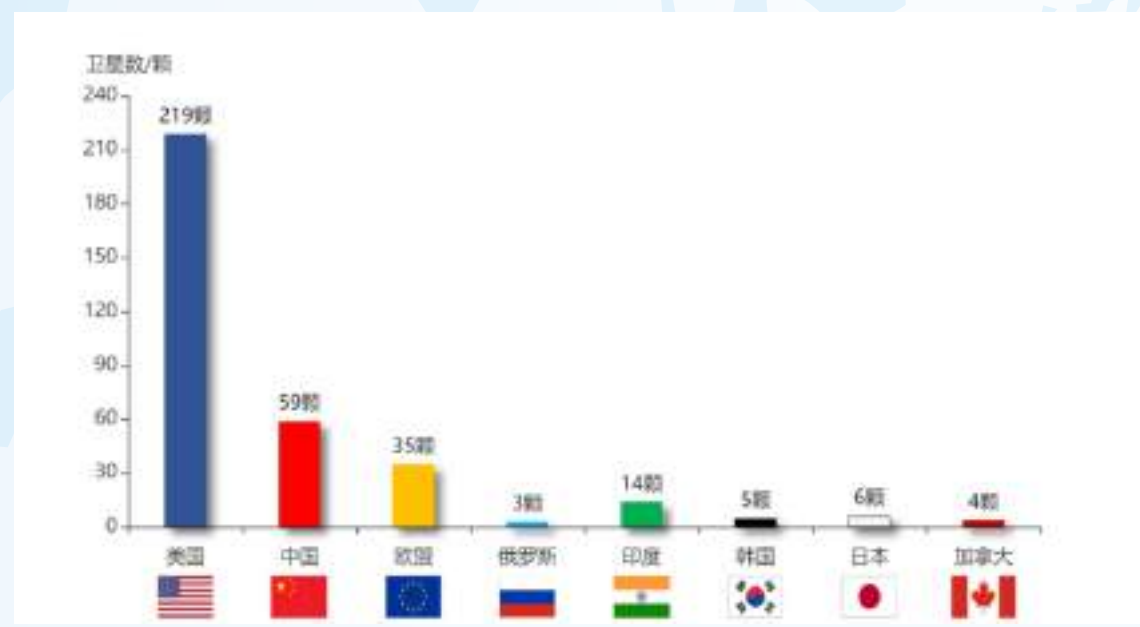
海洋遥感卫星

经过近20年的发展，我国海洋遥感卫星已初步形成海洋水色、海洋动力环境和海洋监视监测3大卫星系列，能够实现海洋水色和关键海洋参数的大面积同步观测，应用于海洋权益维护、海域管理使用和海洋生态环境保护等领域。

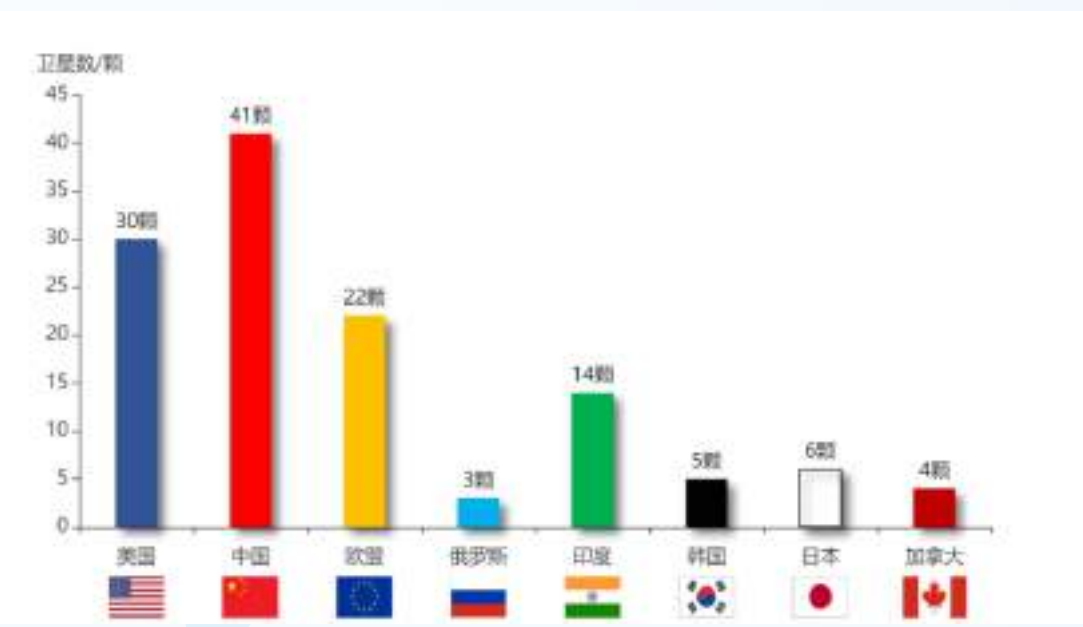


我国遥感卫星行业蓬勃发展，逐步达到世界先进水平。

从各国(地区)拥有的陆地卫星数量角度来看，截止到2021年12月；美国和中国在轨陆地卫星相比其他国家处于绝对优势地位。



全球在轨运行主要陆地卫星情况（包含微卫星）



全球在轨运行主要陆地卫星情况（不包含微卫星）

从中国遥感卫星年发射情况来看，2009年我国遥感卫星发射数量仅为3颗，之后我国遥感卫星发射量呈现波动上升趋势。2018-2020年，我国遥感卫星发射量均保持在30颗以上，2020年我国遥感卫星发射数量为33颗，相比2009年增加了30颗，我国遥感卫星发射规模大幅提升，航空航天水平持续提高。



扫码查看
“神奇的地球”





我国陆地卫星

陆地遥感卫星主要探测地球表面各种资源、环境、灾害和人类活动信息及变化情况，为自然资源调查、生态环境保护、灾害监测和城市规划等提供数据服务。从20世纪80年代起，中国已将陆地遥感卫星列为国家科技攻关重大项目。1999年，中国成功发射首颗陆地卫星资源一号，填补了自主遥感卫星数据的空白。



资源一号卫星拍摄渤海湾

经过20年的发展，已经发射近100颗民用陆地观测卫星，传感器的时间、空间和光谱分辨率大幅度提升，基本形成了从一颗星到多颗星、从一个卫星系列到多个卫星系列、从科研试验到业务运行的陆地卫星格局。

陆地遥感卫星已经具备全色、多光谱、红外、合成孔径雷达、视频和夜光等多种手段的观测能力，构建了包括资源、高分、环境/实践和小卫星在内的4个对地遥感观测卫星系列。

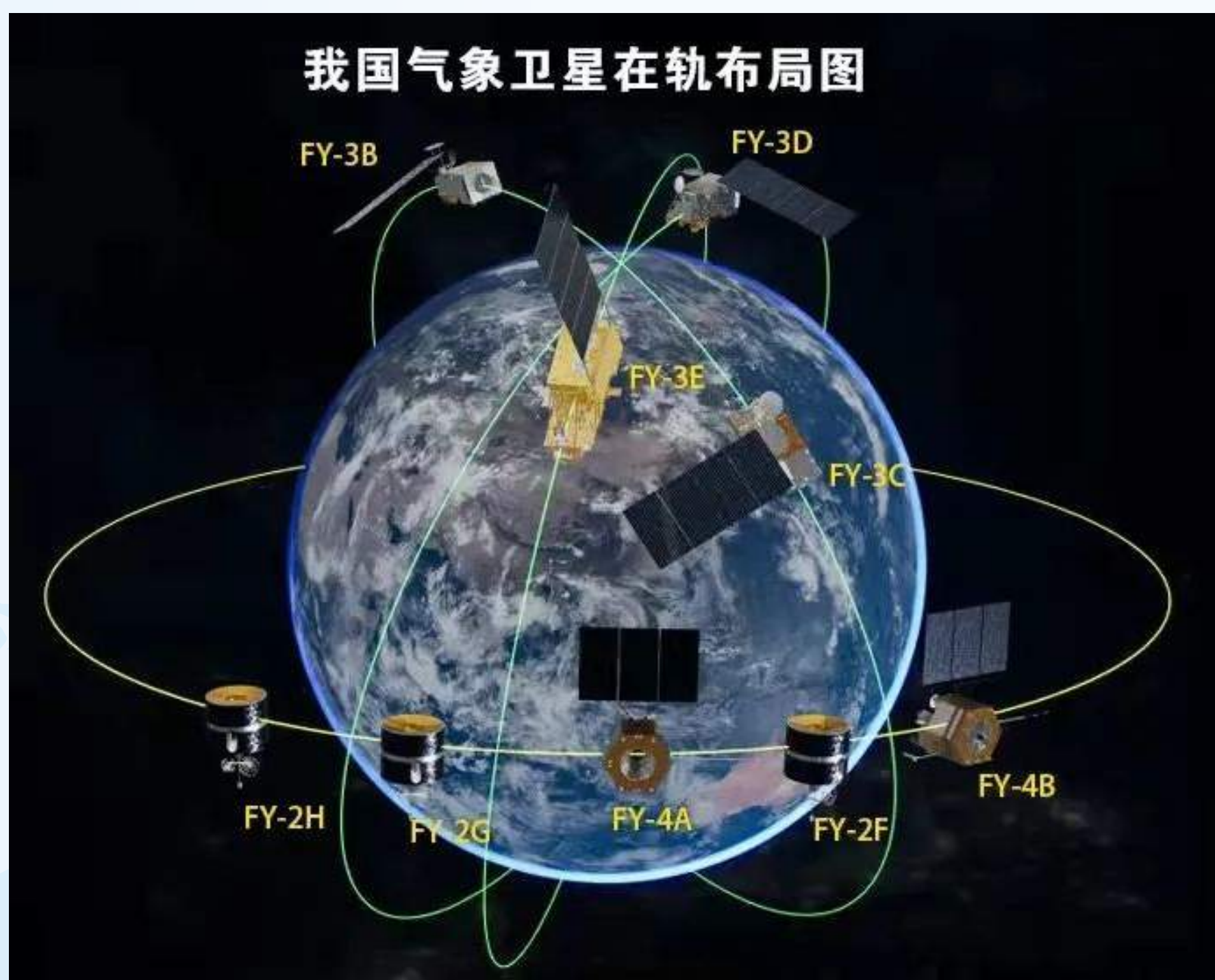
- ◆ 资源系列卫星：资源一号、资源二号、资源三号
- ◆ 高分系列卫星：GF-1~7
- ◆ 环境/实践系列卫星：HJ-1A/B/C, SJ-9A/B
- ◆ 小卫星系列：北京一号、高景一号、珠海一号、吉林一号等



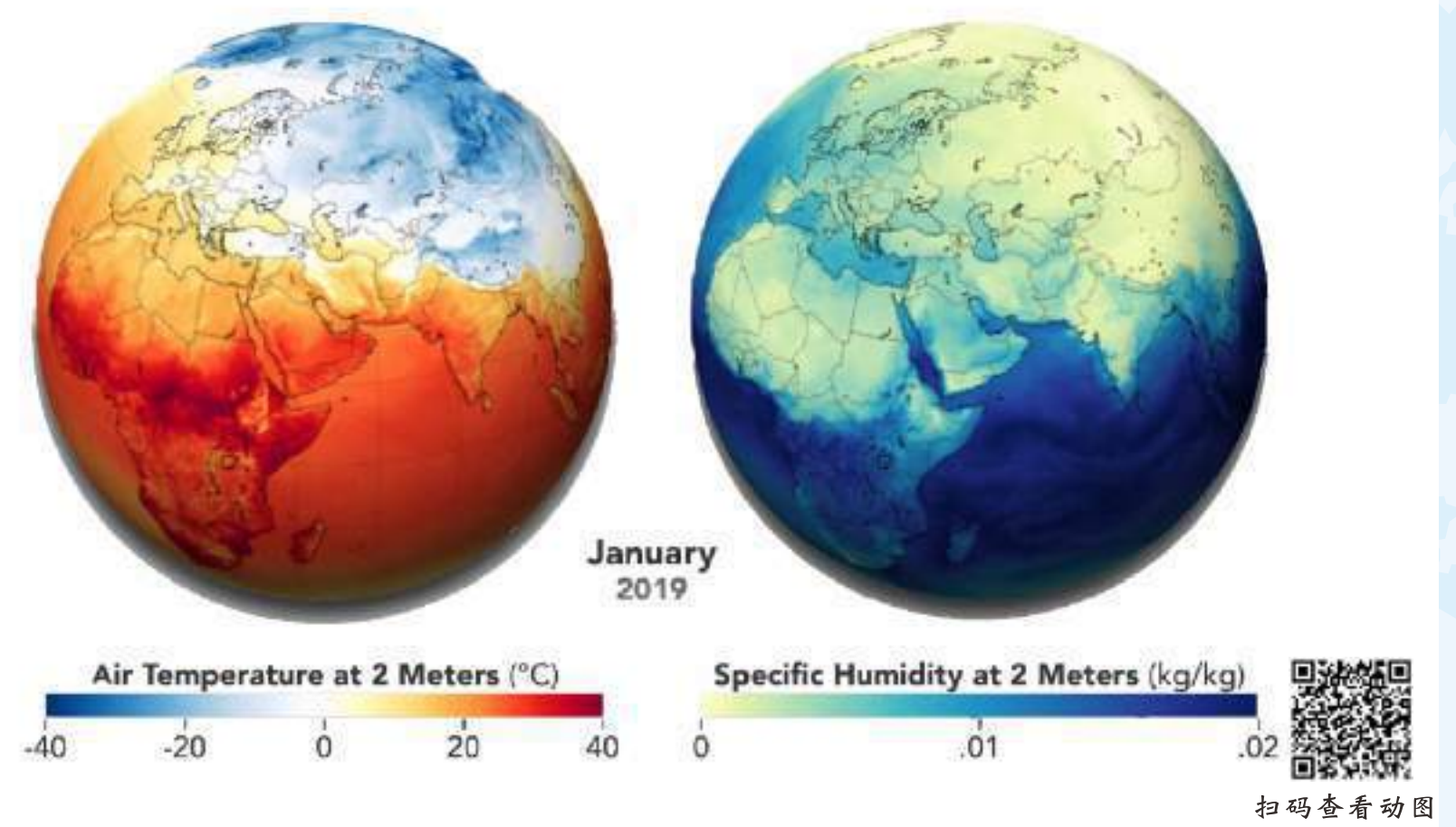


我国气象卫星

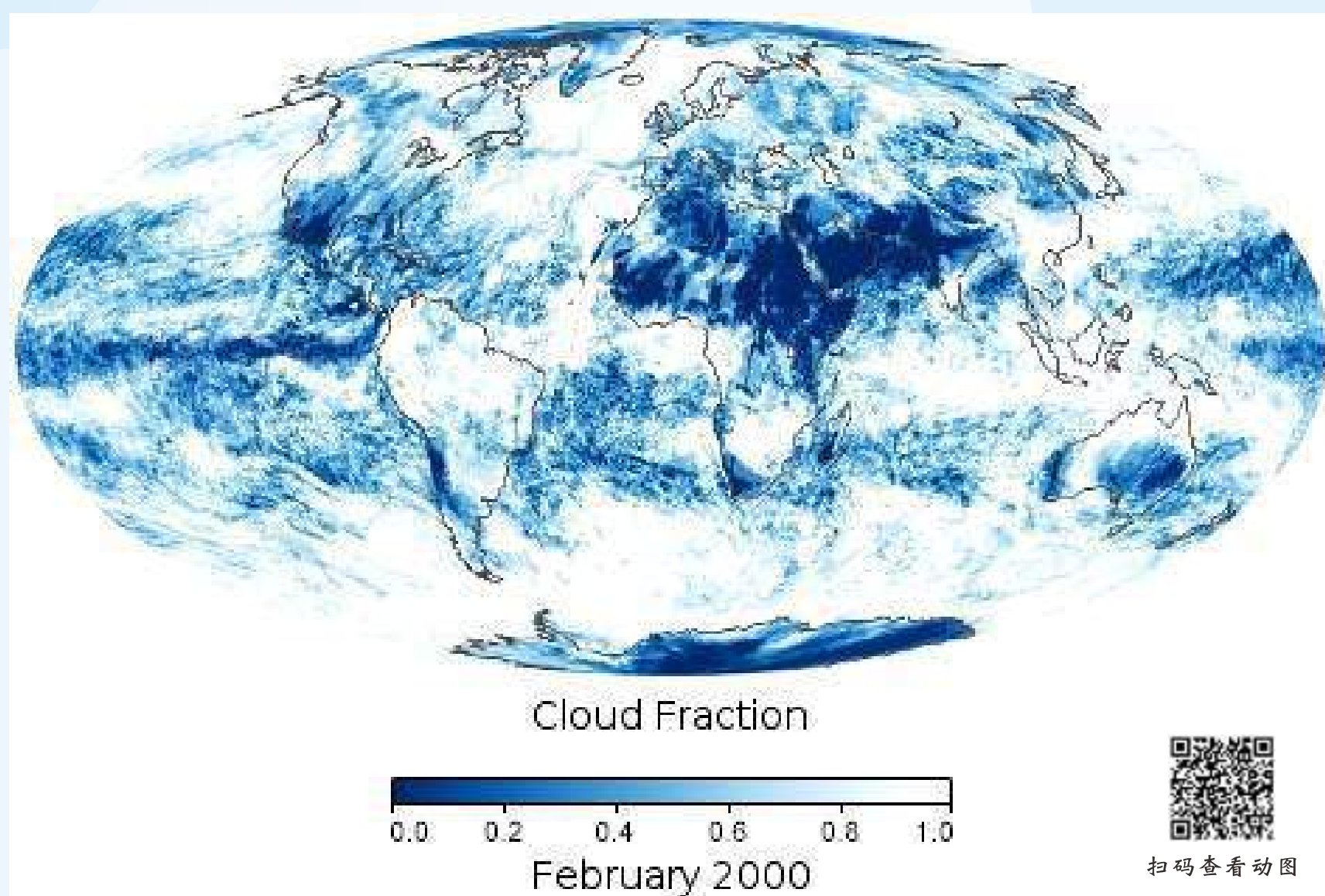
经过几十年的发展，我国已经形成了以风云系列卫星为主、包含极轨和静止轨道的气象遥感观测系统，能够实现多种气象要素的全球范围探测，并已向全球大量用户提供提供风云气象卫星的资料。



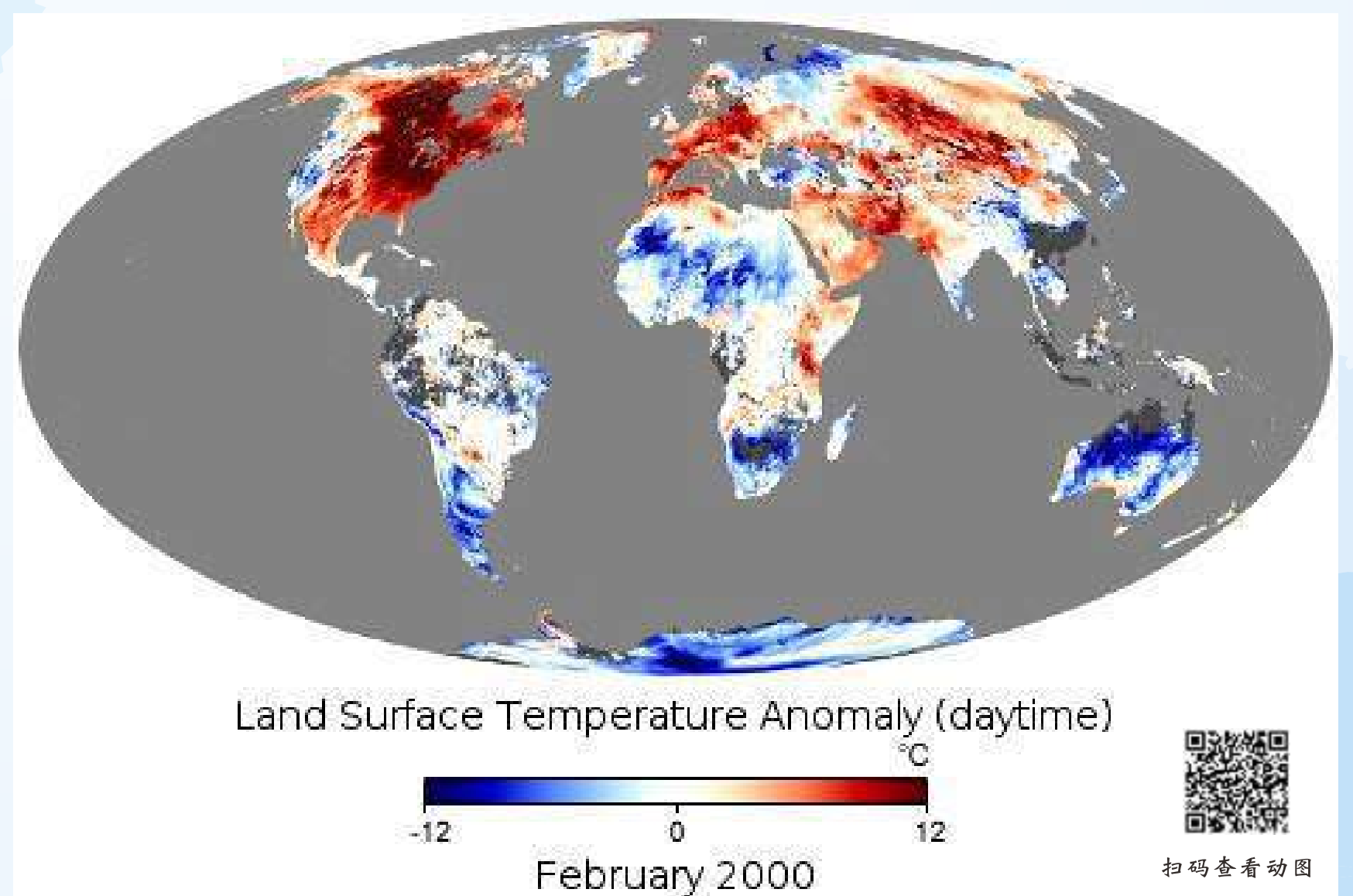
- 辅助天气预报和气象参数监测
- 区域气候变化研究
- 全球生态环境变化



全球温湿度变化



2000-2022全球云分数变化图



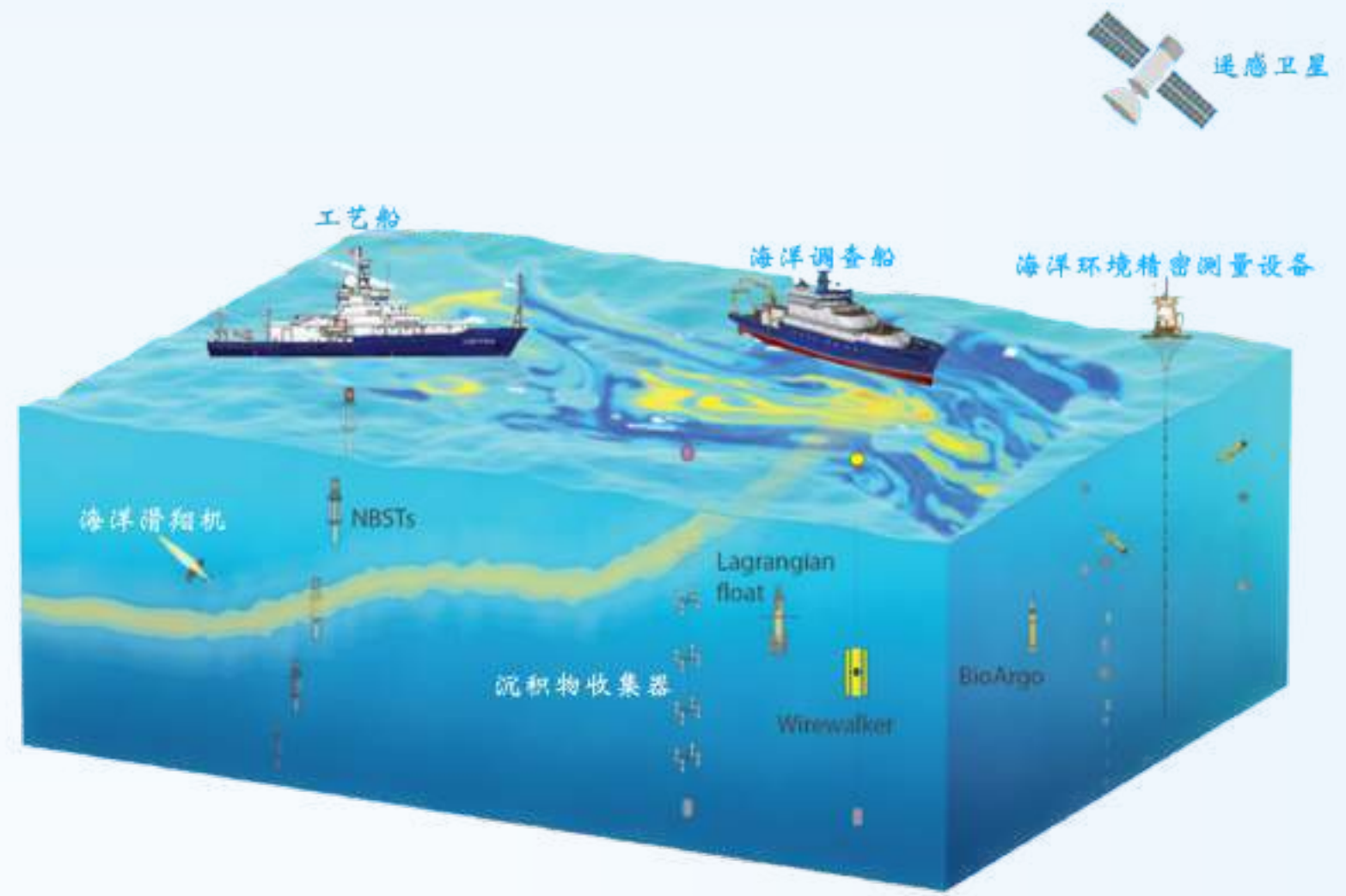
2000-2022年全球地表温度变化图





我国海洋卫星

海洋遥感卫星主要观测海面风场、浪高、海流、海面高度、海面温度、盐度及海洋水色等环境参数，为中国海洋权益维护、海域管理使用和海洋生态环境保护等提供技术服务。



三大海洋遥感卫星系统

● 海洋水色环境系列卫星


海洋一号(HY-1)获取中国近海和全球海洋水色水温及海岸带变化信息。

● 海洋动力环境系列卫星

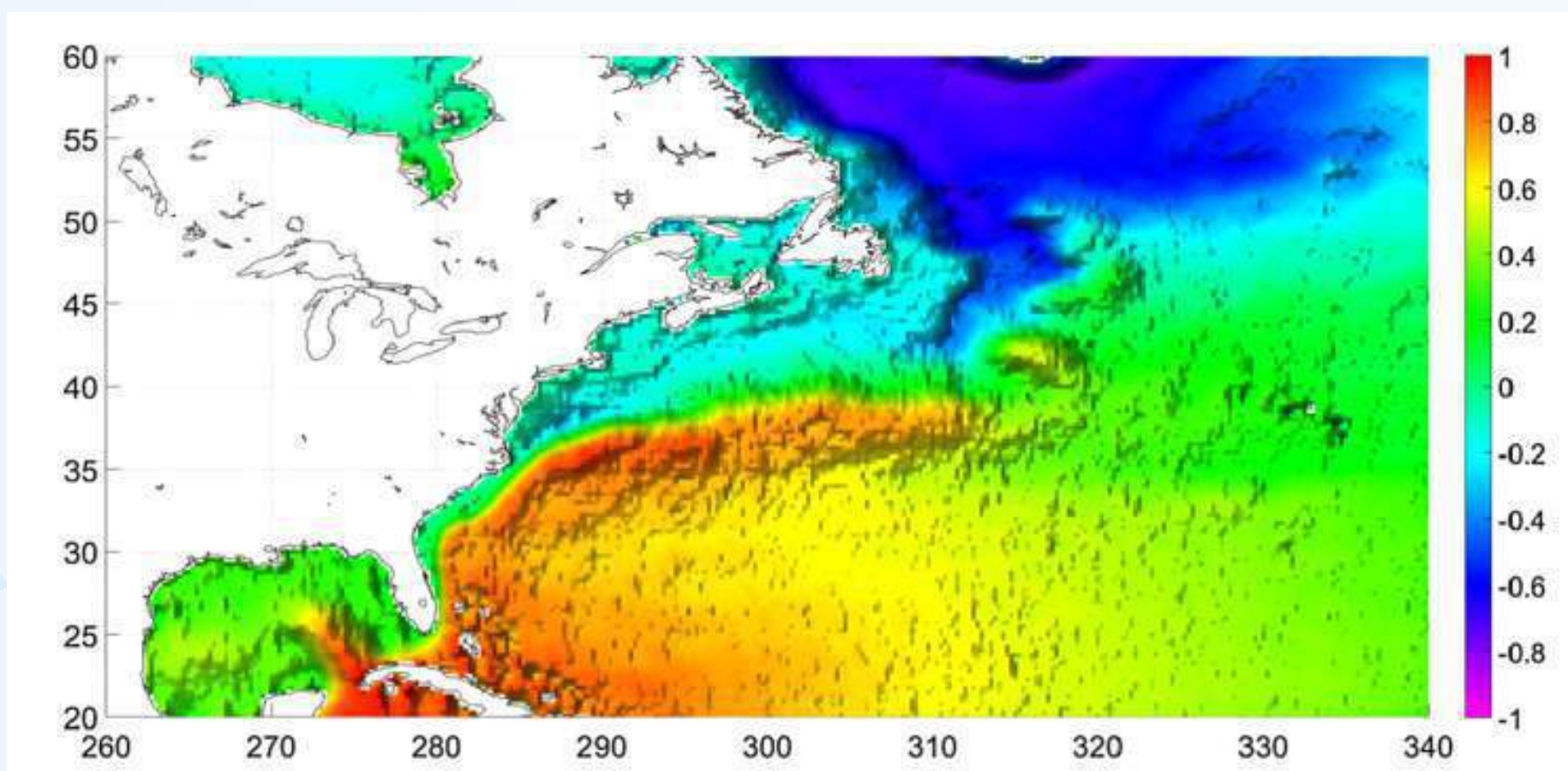
海洋二号(HY-2)用以全天时、全天候获取中国近海和全球海面风场、海面高度、有效波高和海面温度等海洋动力环境信息。

● 海洋监视监测系列卫星

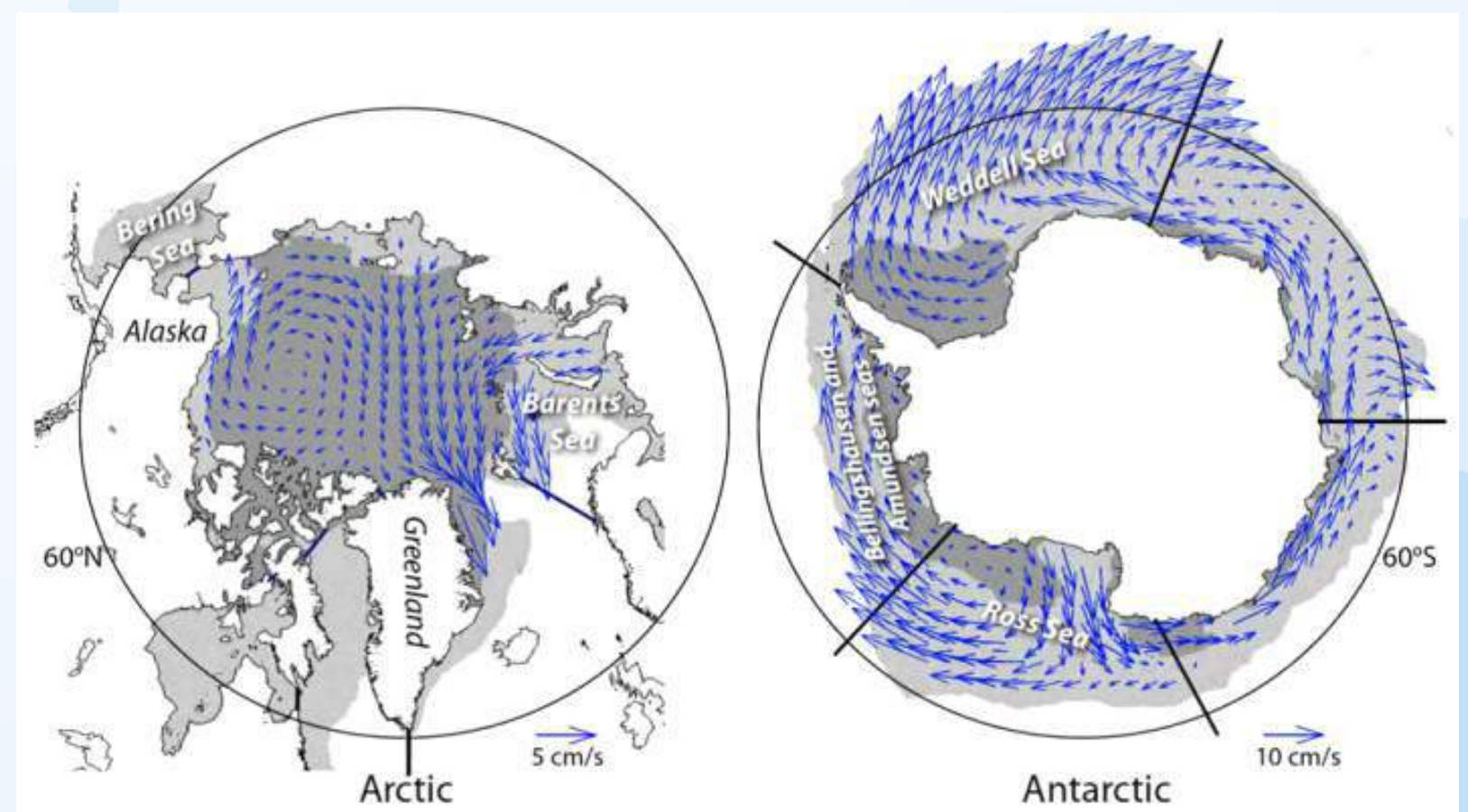
海洋三号(HY-3)用以监视海岛、海岸带和海上目标，获取海面浪场、风暴潮漫滩、内波、海冰和溢油等信息。

 <p>HY-1D</p> <p>HY-1C/D卫星工程采用上、下午卫星组网，可增加观测次数，提高全球覆盖能力。</p>	 <p>CFOSAT</p> <p>中法海洋卫星(CFOSAT)是中法两国合作研制的首颗卫星。</p>	 <p>HY-2B</p> <p>海洋二号B卫星(HY-2B)是我国第二颗海洋动力环境卫星。</p>
 <p>HY-1C</p> <p>HY-1C/D卫星工程采用上、下午卫星组网，可增加观测次数，提高全球覆盖能力。</p>	 <p>HY-1A</p> <p>海洋一号(HY-1A)卫星是中国第一颗用于海洋水色探测的试验型业务卫星。</p>	 <p>HY-1B</p> <p>海洋一号(HY-1B)卫星是中国第一颗海洋卫星(HY-1A)的后续星。</p>

在轨运行的海洋遥感卫星共7颗，包括2颗海洋水色环境卫星HY-1B和C、2颗海洋动力环境卫星HY-2A和B、海洋监视监测试验卫星GF-3、中法海洋卫星CFOSAT和小卫星BNU-1。



墨西哥湾流地区动力海洋地形分布



北极(左)和南极(右)海冰的平均环流(1979—2015年)

