

# 第 1 章

## 遥感概述

遥感 (remote sensing) 技术是一种在不接触的情况下, 对目标远距离感知的一种探测技术。遥感通过分析从远距离收集的数据来了解和研究地球表面的物理、化学和生物特性。遥感技术已经成为现代农业科学、地球科学、环境科学、气象学、地理信息系统等领域的重要工具。

- 1.1 遥感的概念与特点
- 1.2 遥感系统
- 1.3 遥感的分类
- 1.4 遥感发展历程与趋势

### 1.1 遥感的概念与特点

遥感 (remote sensing) 即遥远的感知, 遥感技术是从远距离感知目标反射或自身辐射的电磁波, 对目标进行探测和识别的技术。

遥感技术是20世纪60年代兴起的一种探测技术, 是测绘领域“3S”<sup>①</sup>技术之一。它主要是根据电磁波理论, 应用各种传感器收集、处理远距离目标的发射和反射电磁波信息, 从而对地表景观进行探测和识别的一种综合技术。遥感数据是对地表物体反射的或发射的电磁波能量的模拟或数字记录, 与特定的电磁波段有关。遥感技术的基本原理是通过传感器接收地球表面反射或辐射的电磁波, 然后将这些信息转换为数字信号, 进而通过计算机处理和分析, 最终得到地球表面的相关信息。遥感技术的核心是传感器, 它可以捕捉不同波段的电磁波, 包括紫外光、可见光、红外光、微波等。根据传感器的工作方式和电磁波谱段的不同, 遥感技术常被分为光学遥感、雷达遥感、红外遥感、多光谱遥感、高光谱遥感等。

遥感具有宏观、客观、实时、动态、快速等特点, 为地球资源调查与开发, 国土整治, 环境监测, 以及全球性研究提供了一种新的探测手段, 广泛用于测绘、动态监测、地球资源调查、地质灾害调查与救治、军事侦察等领域。遥感主要具有以下特点。

#### 1. 观测范围广

遥感卫星可以获取全球大范围的地表或大气层的信息, 弥补了地面观测的不足。例如, 高分一号卫星WFV传感器可以实现大于800km成像幅宽, 为全球的空间观测服务提供重要的数据支撑。

#### 2. 时效性强

遥感卫星可以定期对同一地区进行观测, 获取连续的地表或大气层信息, 实现动态监测。例如, 我国国产高分WFV系列传感器星座可以最高每隔1~2天对地球进行一次成像, 能够为国土资源部门、农业部门、气象部门、环境保护部门提供高精度、宽范围的空间观测服务, 在地理测绘、海洋和气候气象观测、水利和林业资源监测、城市和交通精细化管理、疫情评估与公共卫生应急、地球系统科学研究等领域发挥重要作用。

#### 3. 信息量大

遥感传感器可以获取多种波段的电磁波信息, 反映地表或大气层的多种要素。例如, 陆地卫星可以获取地表的可见光、红外、近红外等波段信息, 用于土地利用、植被、水资

---

<sup>①</sup> 3S: Global Position System, Geographic Information System, Remote Sensing.

源等调查，不受高山、冰川、沙漠和恶劣条件的影响。

#### 4. 客观性

遥感数据不受人造因素影响，能够客观、真实地反映地表或大气层状况。例如，遥感影像可以清晰地显示地表地物的形状、大小、颜色、结构等特征，为地质调查、城市规划等工作提供客观、可靠的信息资料。

#### 5. 经济与社会效益显著

遥感技术可以广泛应用于国民经济和社会发展的各个领域，为各行各业提供重要的技术支持，产生显著的经济效益和社会效益。例如，遥感技术可以用于农业生产、资源勘探、环境监测、灾害预警等，帮助提高生产效率、降低生产成本、保护生态环境、减轻自然灾害损失，从而产生显著的经济效益和社会效益。

当前，遥感已经形成了一个由地球表面到空中，从信息收集、传输、处理、存储到判读分析和综合应用，从局地到区域到全球的多角度、多层次、多领域的观测体系，已经成为现代农业科学、地球科学、环境科学、气象学、地理信息系统等领域的重要工具。

## 1.2 遥感系统

遥感系统是实现遥感目的的方法论、设备和技术的总称，现已成为一个从地面到高空的多维、多层次的立体化观测系统。遥感系统由平台、传感、接收、处理应用各子系统所组成，负责对探测对象电磁波辐射的收集、传输、校正、转换和处理的全部过程，也就是将物质与环境的电磁波特性转换成图像或数字形式，如图1-1所示。

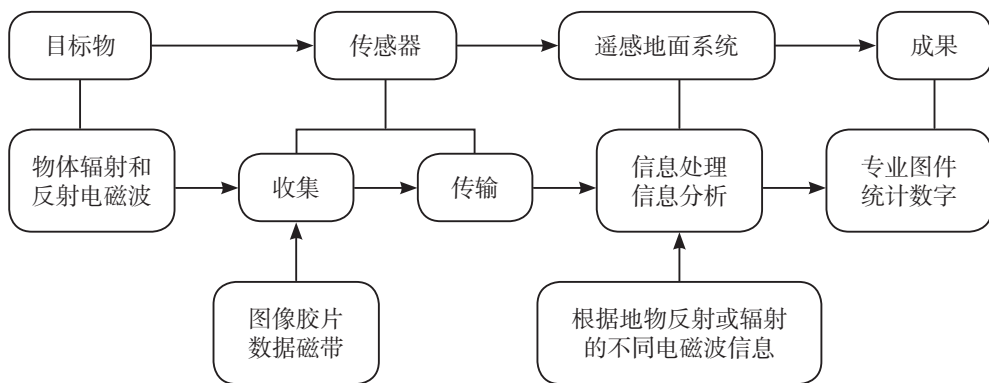


图 1-1 遥感的过程

遥感系统是一个非常庞杂的体系，它的实现既需要一整套的技术装备，又需要多种学科的参与和配合。根据遥感的定义，遥感系统主要由以下四大部分组成。

# 农业遥感数据分析

## ——以小麦监测预警为例

### 1. 信息源

信息源是遥感需要对其进行探测的目标物。任何目标物都具有反射、吸收、透射及辐射电磁波的特性，当目标物与电磁波发生相互作用时会形成目标物的电磁波特性，这就为遥感探测提供了获取信息的依据。

### 2. 信息获取

信息获取是指运用遥感技术装备接受、记录目标物电磁波特性的探测过程。信息获取所采用的遥感技术装备主要包括遥感平台和传感器。其中遥感平台是用来搭载传感器的运载工具，常用的有气球、飞机和人造卫星等；传感器是用来探测目标物电磁波特性的仪器设备，常用的有照相机、扫描仪和成像雷达等。

### 3. 信息处理

信息处理是指运用光学仪器和计算机设备对所获取的遥感信息进行校正、分析和解译处理的技术过程。信息处理的作用是通过通过对遥感信息的校正、分析和解译处理，掌握或清除遥感原始信息的误差，梳理、归纳出被探测目标物的影像特征，然后依据特征从遥感信息中识别并提取所需的有用信息。

### 4. 信息应用

信息应用是指专业人员按不同的目的将遥感信息应用于各业务领域的使用过程。信息应用的基本方法是将遥感信息作为地理信息系统的数据源，供人们对其进行查询、统计和分析利用。遥感的应用领域十分广泛，农业、地质矿产勘探、自然资源调查、地图测绘、环境监测以及城市建设和管理等。

## 1.3 遥感的分类

遥感技术是一门对地观测综合性技术，利用现代光学、电子学探测仪器，从远距离记录目标物的电磁波特性，然后通过分析和解译揭示出目标物的特征、性质和变化规律。因此，遥感技术根据遥感平台、传感器工作方式、电磁波段和应用领域可以分为以下几类。

### 1. 按搭载传感器的遥感平台分类

地面遥感主要指以高塔、车、船为平台的遥感技术系统，地物波谱仪或传感器安装在这些地面平台上，可进行各种地物波谱测量。这些地面平台用于定标、模型建立和提供基础资料。

航空遥感是指利用飞机、气球、飞艇等航空平台作为传感器运载工具在空中工作的遥

感技术，是由航空摄影侦察发展而来的一种多功能综合性探测技术。相比地面遥感和航天遥感，航空遥感灵活机动，时效性高，可以根据需要调整飞行高度和路线，适合小范围、动态的监测任务。

航天遥感是指利用人造卫星、宇宙飞船、航天飞机、空间站等航天器作为传感器运载工具在太空中工作的遥感技术。航天遥感是遥感技术的一个重要分支，其优点是覆盖范围广，可定期对同一地区进行观测，但制造成本高。

## 2. 按传感器工作方式分类

主动式遥感（active remote sensing）又称有源遥感，是指由传感器向目标物发射一定频率的电磁辐射波，然后接收从目标物返回的辐射信息的遥感系统。主动式传感器的应用范围广泛，包括但不限于普通雷达、侧视雷达、合成孔径雷达、红外雷达、激光雷达等。主动式遥感的主要优点在于它不依赖太阳辐射，因此可以昼夜工作。此外，根据探测目的的不同，主动式遥感可以主动选择电磁波的波长和发射方式，从而更有效地收集所需的信息。这种技术的使用，使得在各种环境条件下，如夜间、云雾覆盖或光照条件不佳的情况下，也能进行有效的地物观测。

被动式遥感（passive remote sensing）又称无源遥感，是指直接接收来自目标物的辐射信息，依赖于外部能源进行的遥感。被动式传感器主要工作在紫外、可见光、红外、微波等波段。其主要传感器有摄影机、扫描仪、分光计、辐射计、电视系统等。在航空遥感中大多使用被动式传感器。

## 3. 按传感器工作的电磁波段分类

可见光遥感是指利用可见光波段的电磁波获取地表信息，波长范围为 $0.4\sim 0.7\mu\text{m}$ 。可见光遥感可以获取地表地物的颜色、形状、结构等信息，应用于土地利用、植被、水资源等调查。

红外遥感是指利用红外波段的电磁波获取地表信息，波长范围为 $0.7\sim 14\mu\text{m}$ 。红外遥感可以获取地表地物的温度、辐射等信息，应用于地质调查、气象预报、夜间观测等。

微波遥感是指利用微波波段的电磁波获取地表信息，波长范围为 $1\text{mm}\sim 1\text{m}$ 。微波遥感可以穿透云层、雾气等遮蔽物进行观测，应用于海洋监测、森林调查、灾害监测等。与可见光遥感相比，微波遥感技术具有全天候昼夜工作能力，能穿透云层，不易受大气条件和日照水平的影响；能穿透植被，具有探测地表下目标的能力。

## 4. 按应用领域分类

按应用目的和意图不同，遥感可分为农业遥感、环境遥感、资源遥感、城市遥感、气

## 农业遥感数据分析 ——以小麦监测预警为例

象遥感和军事遥感等。

(1) 农业遥感。遥感可以获取大面积、高时效的农田信息，帮助农业管理者了解作物长势、土壤状况、水资源状况、病虫害发生情况等，为农业生产管理提供决策依据。例如，遥感可以监测作物的生长状况、叶面积指数、生物量等参数，也可以监测土壤水分、土壤肥力等作物生长环境参数。通过对农田的遥感数据进行分析，可以为农业生产提供科学依据，提高农业生产效率。

(2) 环境遥感。遥感可以获取大面积的图像信息，不受人为因素影响，能够快速、有效地监测大范围的环境污染情况。此外，遥感卫星可以定期对同一地区进行观测，获取连续的图像信息，可以动态监测环境污染的变化情况。遥感技术可以用于监测多种类型环境污染，例如，可以监测大气中二氧化硫、氮氧化物、细颗粒物等污染物的浓度，可以用于监测酸雨、光化学烟雾等大气污染事件；遥感也可以监测水体的叶绿素含量、总悬浮物、溶解氧等指标，从而分析水体污染程度、污染源、污染物扩散范围等，为水污染防治提供信息支持。

(3) 资源遥感。遥感技术可以用于矿产资源、水资源、土地资源等的勘查。通过对地表的遥感数据进行分析，可以预测矿产资源的分布、评估水资源的可利用性等。例如，遥感影像反映了大量地表和浅地表的地质信息，其中包括地形、地貌和岩石的构造形态，以及水、土壤及植被等信息。利用遥感影像的解译确定岩石性质和地质构造，通过分析能快速识别矿床，且对于一些偏远、复杂、自然条件恶劣地区的信息采集表现出高效、省时等优势。

(4) 城市遥感。遥感技术可以获取大面积、高时效的城市影像数据，为城市规划管理提供客观、直观的信息资料，帮助城市规划管理者更好地了解城市现状，分析城市发展趋势，可以为城市发展提供科学依据，提高城市管理水平。

(5) 气象遥感。遥感卫星可以定期对地球表面进行观测，获取大气、海洋和陆地表面的温度、湿度、风场、云量、降水、植被等信息。这些信息为数值天气预报模式的初始化和同化提供重要的基础数据，提高了天气预报的准确率。此外，遥感技术与数值天气预报、人工智能等技术相结合，可以构建智能化、高效化的气象预报系统，为人类社会提供更加精准、及时的气象预报服务。

(6) 军事遥感。遥感技术作为一种获取地表信息的重要手段，在军事侦察中有着广泛的应用。遥感侦察可以获取敌方军队部署、兵力活动、武器装备、工事设施等信息，为指挥员决策提供重要依据。

## 1.4 遥感发展历程与趋势

遥感技术主要基于航天或航空平台并应用各种传感器收集、处理远距离目标的发射和反射电磁波信息，从而对地物进行特定电磁波谱段的数字化成像观测的技术，它在地球系统科学研究和多领域空间信息应用中扮演着核心技术的角色。

### 1.4.1 遥感发展历程

遥感技术的发展经历了从早期摄影术到现代高分辨率卫星的漫长历程。遥感技术的历史可以追溯到19世纪中叶，当时摄影术刚刚发明不久。最初的尝试包括使用气球和后来的飞机来获取地面照片。这些早期的空中摄影主要用于地形和景观的记录，为后来的地理学、地质学和其他自然科学领域提供了新的视角。随着飞行技术的进步，两次世界大战期间航空摄影在军事侦察和地形测绘中发挥了重要作用。它使得军队能够快速获得战场情报以及制定战略所需的地形信息。这种应用极大地推动了遥感技术的发展，尤其是在解析度和成像技术方面。除了摄影术，非成像遥感仪器如光谱辐射计也在早期被用于科学研究。这些设备能够测量不同波长下的电磁辐射，从而提供关于地表特性的信息。虽然这些早期的遥感仪器较为原始，但它们奠定了后续多光谱和高光谱成像技术的基础。

在卫星遥感方面，苏联于1957年成功发射了“斯普特尼克1号”，标志着人类进入太空时代，这同时也是遥感历史上的一个重要里程碑。这颗卫星的成功发射证明了利用人造卫星进行地球观测的可能性。美国在20世纪60年代初启动的“泰罗斯计划”是气象遥感领域的一个关键进展。该计划旨在通过专门的气象卫星来收集全球天气数据，为天气预报和气候研究提供宝贵信息。1972年，美国发射了第一颗地球资源卫星，开启了“陆地卫星计划”（Landsat），这个系列卫星提供了连续的全球地表图像，极大地扩展了遥感技术的应用范围，包括农业、林业、地质勘探等多个领域。多个国家和国际组织如欧洲空间局、苏联/俄罗斯、中国等也开展了自己的空间计划。这些计划不仅促进了国际的合作，也激发了一定程度的竞争，共同推动了全球遥感技术的进步。随着技术的进步，遥感卫星如SPOT卫星系列、Sentinel卫星系列（图1-2）、中国高分卫星系列等开始提供更高分辨率的地表图像。这些高分辨率数据使得人们能够观察到更加细致的地表特征，为城市规划、环境监测等领域提供了强有力的工具。

## 农业遥感数据分析 ——以小麦监测预警为例

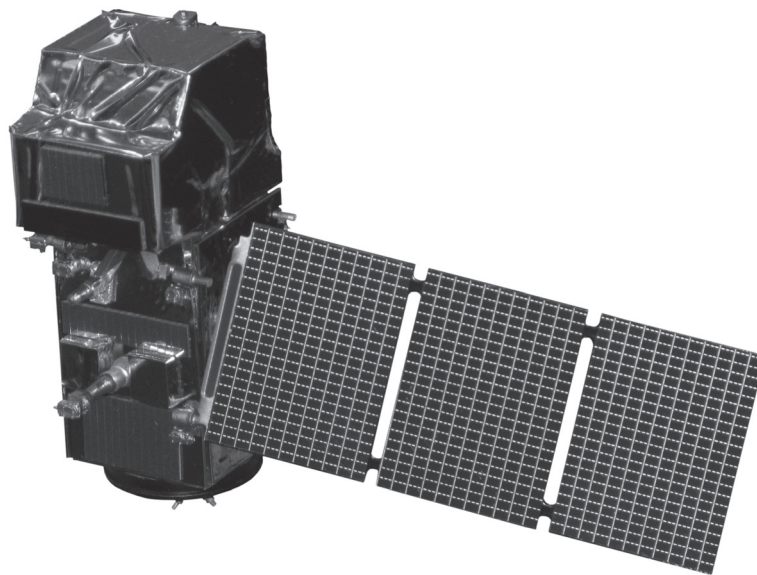


图 1-2 Sentinel MSI 传感器

在新型遥感传感器技术方面，高光谱成像技术的发展使得科学家同时在不同的光谱波段上获取地表信息。高光谱分辨率遥感（hyperspectral remote sensing）是用很窄而连续的光谱通道对地物持续遥感成像的技术。在可见光到短波红外波段其光谱分辨率高达纳米数量级，其光谱通道数多达数十甚至数百个以上，而且各光谱通道间往往是连续的，因此高光谱遥感又通常被称为成像光谱遥感。高光谱分辨率传感器所获得的地物的光谱曲线是连续的光谱信号。这不只是简单的数据量的增加，而是有关地物光谱空间信息量的增加，为利用遥感的技术手段进行对地观测，监测地表的环境变化提供了更充分的信息，从而也使得传统的遥感监测目标发生了本质的变化。合成孔径雷达（synthetic aperture radar）技术的发展为遥感带来了革命性的变化。合成孔径雷达探测能够穿透云层和雨林，提供全天候、全天时的地表观测能力。它在灾害管理、海洋监测、土地使用变化等领域具有不可替代的作用。激光雷达（light detection and ranging）用激光器作为发射光源，然后将接收到的从目标反射回来的信号（目标回波）与发射信号进行比较，作适当处理后，就可获得目标的有关信息，如目标距离、方位、高度、速度、姿态、形状等参数。这种多维度的数据对于精确地识别和分类地表物质非常有用，尤其是在环境监测、植被分析和矿产勘探等方面。

遥感（remote sensing）、全球定位系统（global positioning system）和地理信息系统（geographic information system）的结合，极大地提高了遥感数据的准确性和应用价值。GPS为地面验证提供了精确的定位信息，而GIS则为存储、分析和可视化空间数据提供了强大的平台。

## 1.4.2 遥感发展趋势

遥感技术已经从早期的简单观测发展到今天的高精度、多维度、多应用领域的高科技手段。随着传感器硬件技术、数据分析算法的不断进步和应用需求的不断增长，遥感技术迫切需求对多学科、多技术融合发展，其发展将极大地依赖于软硬件技术创新、数据处理能力的提升以及跨行业合作。

未来的遥感传感器将继续朝着高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率的方向发展。这意味着卫星和传感器将能够提供更加清晰、更新频率更高、信息更丰富的地球观测数据。首先，未来的遥感卫星将拥有更高的空间分辨率，这使得详细监测更小的地面目标监测成为可能，如小型建筑物甚至车辆。这在城市规划、环境监察以及紧急救援等领域都将变得极其有价值。其次，更高的时间分辨率意味着能够更频繁地获取地表数据，从而有助于实时监控环境变化，如自然灾害的早期预警、农作物生长状况的实时监控等。这将推动遥感技术在气象预报、农业管理等领域的应用。此外，随着光谱分辨率的提升，遥感设备可以收集到更多波段的精细数据，能够更精确地分析地表物质的化学成分。这对于环境监测、资源勘探和科学研究等方面至关重要。

卫星逐渐趋向小型化是遥感另一个明显的趋势。小型化卫星的发展将为遥感领域带来新的机遇，其不仅能够提供更多的经济实用的解决方案，还能够推动遥感技术的广泛应用和创新发展。得益于微小卫星技术的发展，其研制和发射成本显著降低，使更多的私人企业和学术机构能够承担起小卫星项目，从而推动了航天技术的普及和发展。小型卫星由于其体积和重量的优势，可以实现更频繁的发射，进而提高地球观测的覆盖率和更新频率，提供几乎实时的全球数据。另外，未来的测绘遥感小卫星可能会向更加精细化的方向发展，同时形成星座网络，通过系统化的运作提升数据获取的效率和质量。此外，微小卫星的密集组网型对地观测可以提供更高频率、更广覆盖的观测服务。这些优势使得高分辨率的小型卫星能够助力于应用场景的扩展，如农业监测、环境保护、城市规划等领域。

无人机（unmanned aerial vehicle）技术在遥感行业的发展已经从最初的探索阶段迅速过渡到了成熟应用的领域，这一技术的发展不仅仅是技术层面的突破，更是对传统遥感作业模式的一次革命。传统遥感数据的获取主要依赖于卫星和载人飞机，成本高昂、准备周期长，且受到天气和飞行环境的限制较为明显。无人机技术以其低成本、高效率、高灵活性的特点，极大地扩展了遥感技术的应用范围与频次，尤其对于那些需要高频次、小范围、精细化数据采集的应用场景，无人机遥感技术展现出了无可比拟的优势。无人机搭载多种传感器，如可见光相机、多光谱摄像头、红外扫描器、激光雷达等，能够在几十米到

## 农业遥感数据分析 ——以小麦监测预警为例

几百米的低空进行飞行，以获取高分辨率的地表数据。这种近距离的观测方式，不仅可以获得更精细的图像，而且可以在云层较厚、地形复杂或气候条件恶劣的环境中工作，这是传统遥感方法难以做到的。此外，无人机的使用大幅节省了人力和物力成本，并且显著缩短了数据处理和分析的周期，提高了信息获取的时效性。在农业遥感领域，无人机技术被用于作物健康监测、土壤分析、病虫害防治以及灌溉管理，通过精准的数据分析帮助农民提高作物产量、降低成本并减少化学品的使用，如图1-3所示。城市规划和管理也得益于无人机的发展，城市扩张监测、交通流量分析、基础设施维护等都能通过无人机获得实时的数据支持。同时，无人机在应急响应和救灾中的作用不可低估；在自然灾害发生后，无人机能够迅速进入受灾区域，提供损毁评估和搜救指导，极大地提高了救援效率和安全性。而在军事领域，无人机的侦察和监视能力同样得到了强化，成为现代战争中不可或缺的一环。当然，随着无人机遥感技术的广泛应用，一系列新的挑战也随之而来。例如，如何确保无人机飞行的安全性、如何处理海量的遥感数据、如何保护个人隐私等问题都亟须解决。无人机技术在遥感行业中的应用带来了诸多创新点，它不仅增强了遥感数据的获取能力，还拓宽了遥感技术的应用领域。未来，随着无人机技术的不断进步，其在遥感领域的应用将会更加广泛和深入，从而推动整个遥感行业的持续发展和繁荣。



图 1-3 农用无人机

遥感技术与人工智能（artificial intelligence）的结合是当前科技发展的一个热点领域。这种结合为地球观测数据的处理和分析带来了革命性的变化，极大地增强了遥感从大量复杂数据中提取有用信息的能力。在传统遥感技术中，数据处理往往是一个瓶颈。随着卫星和航空传感器技术的发展，能够获取的数据量呈爆炸性增长，但是要精确地处理和解析这些数据，提取出有用的信息，却是一项耗时且复杂的工作。人工智能算法和模型的进

步将使计算机能够自动处理和解析大量的遥感数据，识别模式和趋势，为决策提供科学依据。人工智能技术可以帮助快速分类和识别地表特征，例如自动区分城市、农田、森林等不同的土地覆盖类型。人工智能模型，尤其是卷积神经网络，在图像识别方面表现出色。它们可以从遥感图像中自动学习以区分不同的特征和对象，比如建筑物、道路、水体、不同类型的植被覆盖等。例如，通过比较不同时间的图像，人工智能可以帮助识别地表变化，这对于监测城市扩张、森林砍伐、冰川融化等现象至关重要。此外，人工智能模型不仅可以识别单个对象，还可以理解场景的上下文，这意味着它能够分析地面对象的相互关系以及它们与环境之间的互动。

### 1.4.3 我国农业遥感的发展

在农业生产中，准确的粮食作物的长势监测及其产量预测，对于国家粮食宏观调控和决策、实现国家粮食产业稳健发展、保障国家粮食安全均具有重要意义。利用多源卫星影像，可以准确获取农作物的种植空间分布、种类、面积、长势和产量。1962年，全球第一届环境遥感会议召开，标志着“遥感学”的诞生，为人类揭开了利用遥感进行对地观测的序幕。1972年美国成功发射第一颗陆地资源卫星，这成为遥感应用发展历程中的重大里程碑，此后，农业遥感技术与应用不断发展。

我国遥感技术的发展几乎与改革开放同时起步，农业遥感技术的发展历程可以追溯到20世纪70年代末期，我国在农业遥感领域经历了从无到有、从起步到成熟的发展过程，目前已成为推动我国农业生产现代化的重要技术手段之一。①起步阶段（20世纪70年代末至80年代初）。在这一时期，我国开始引入农业遥感技术，并将其列为国家科技重点研发计划。通过引进国外先进的遥感设备和技术，如Landsat卫星图像，我国的科研人员开始对遥感技术在农业中的应用进行初步探索和实验。②攻关阶段（20世纪80年代至90年代中期）。这一阶段，我国在农业遥感领域进行了大量的技术攻关。研究人员主要集中在高校和科研机构，他们克服了诸多困难，自主研发了一些关键的遥感技术，包括遥感数据的获取、处理和译方法。同时，我国也发射了一系列的遥感卫星，如“风云”系列气象卫星，为农业遥感提供了重要的数据源。③快速发展与应用阶段（20世纪90年代中期至今）。自20世纪90年代中后期以来，我国农业遥感技术进入了快速发展和应用的阶段。随着各类高空间、时间、光谱分辨率民用卫星的出现，农业遥感与地理信息系统、全球导航技术及物联网等技术不断融合，遥感在农业领域的应用广度和深度不断扩展，被广泛应用于土地资源调查、作物种植面积监测、作物长势监测、作物产量估算、土壤墒情和农业灾害监测、农作物生态环境监测评估和收割进度监测（图1-4）等领域。

# 农业遥感数据分析

## ——以小麦监测预警为例



图1-4 (a)  
彩图



(a)



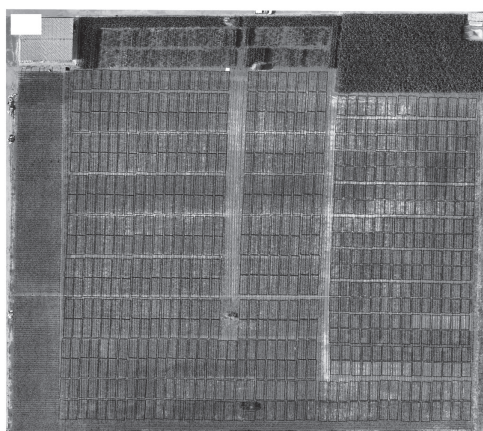
(b)

图 1-4 麦收季节的农田遥感影像<sup>①</sup>

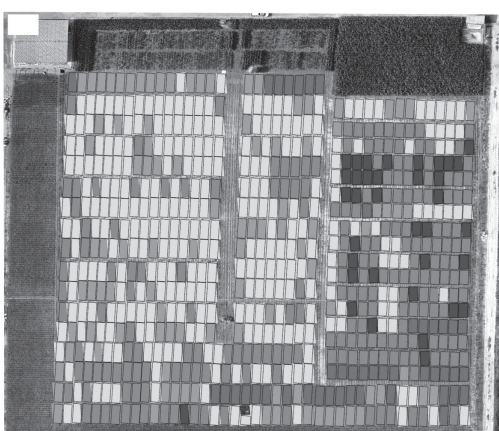
目前，我国的农业遥感技术得到了广泛应用，农业遥感业务运行工作主要涵盖了农业资源调查、农业生产过程监测和重大农业自然灾害的监测和评价。农业资源调查是农业遥感的基础工作，包括农用地、作物本底、农业后备资源等。这些调查围绕农业生产管理的需求进行，为农业生产提供了重要的数据支持。农业生产过程监测指利用遥感技术对全国主要农作物的密度、面积、长势、产量以及土壤墒情等进行监测（图1-5），这些信息对于宏观生产管理和决策服务至关重要。例如，通过遥感技术可以实时监测作物的生长状况，为农业生产提供及时的指导。重大农业自然灾害的监测和评价主要包括病虫害、旱灾和洪涝，实现监测和分析灾害对农业生产造成的影响。目前，我国在农业遥感领域已经能够对重大农业自然灾害进行监测与评估。例如，通过遥感技术可以迅速准确地评估旱灾和洪涝灾害的影响范围和程度，为抗灾救灾工作提供科学依据。



图1-5彩图



(a)



(b)






密度（农作物/m<sup>2</sup>）：  <5；  5~6；  6~7；  7~8；  >8

图 1-5 玉米育种小区种植密度提取结果

① 山东省菏泽市东部2023年6月6日和6月8日Sentinel MSI多光谱彩色合成图像。