

# 激光遥感复习整理

胡奕公



# 目录

<b>第一章 绪论</b>	<b>1</b>
1.1 基本概念 . . . . .	1
1.2 应用现状 . . . . .	1
1.3 LiDAR 技术特点 . . . . .	2
1.4 激光成像技术 . . . . .	2
1.4.1 激光 . . . . .	2
1.4.2 激光雷达与激光成像雷达 . . . . .	3



# 第一章 绪论

## 1.1 基本概念

- 激光成像: Laser Imaging, LI.
- 激光遥感: Laser Remote Sensing, LRS.
- 激光雷达: Light Detection And Ranging, LiDAR.
- 机载激光地形测绘: Airborne Laser Terrain Mapping, ALTM.
- 机载激光制图: Airborne Laser Mapping, ALM.
- 机载激光扫描: Airborne Laser Scanning, ALS.
- 机载激光测高: Airborne laser altimetry, ALA.
- 激光测高: Laser Altimetry, LA.
- 机载激光扫描测高: Airborne Laser Scanning Altimetry, ALSA.
- 空载光达、空载雷射扫描: Light Detection And Ranging, LiDAR.

## 1.2 应用现状

1. 森林检测与管理。LiDAR 系统的最早商业应用领域之一。

**传统技术:** 以前是借助空中摄影和地面测量进行的。这些方法不仅费时费力,而且只能分析样点,结果还是推断的。

**激光雷达的优势:** 激光扫描法能克服这些缺点,通过激光扫描技术提取得完整的 3D 森林模型。在单个树木分析的基础上,可确定以下的参数:

- 单个树高
- 一片林区的平均树高
- 一片林区的木材体积
- 一片林区的平均密度
- 每片林区的平均生长体积

此外 LiDAR 得到的 DTM 还可以来规划和改善森林运输道路,以及进行倾斜度分析,以便测定危险。

2. 构建数字城市模型在电信、无线通讯、法律实施和灾难管理等众多领域中都需要准确的数字城市模型(建筑物建模、城市规划、噪声模拟、无线网络规划)
3. 湿地、限制进入地区、危险区域
  - 密集的植被覆盖和没有可通行的道路。

- 传统的地面摄像测量技术很难对沼泽、野生动物保护区及森林保护区进行勘测。
  - 危险地带的地貌特征获取。
4. 油气管道勘测
  5. 洪水灾情预测（洪水制图、灾害评估）获取流域的数字表面模型和数字高程模型。
  6. 海岸线监测与制图
  7. 水深、海岸线、侵蚀状况监测
  8. 电力线监测
  9. 股文物保护
  10. 真正射影像的制作

### 1.3 LiDAR 技术特点

1. 无需光照条件或专门的太阳高度角。
2. 可在白天、夜晚或相当恶劣的条件下（大雾）作业，全天时全天候获取地面三维数据。
3. 能部分“穿透”植被，同时测量地面和非地面层。
4. 很少需要进入测量现场，不需要大量的地面控制点。
5. 能快速获取数据，24 小时内可提取测区的 DEM 数据。
6. 精度较高。
7. 能够接受无穷次回波。
8. 可在地面反射率比较低的区域工作，例如反射率只有约 5% 的地面。
9. 集成 RS 和 GPS 技术，数据可直接作为 GIS 的数据源，有利于提高地理数据的自动化，加快处理速度。
10. 一个飞行日内可采集高达 200 GB 的数据。
11. 高速度、高性能、高精度、长距离的航空测量设备。
12. 全数字化，可直接产生三维坐标  $(X, Y, Z)$ ，无需其他额外步骤。
13. 数据密集。基于固定翼机载平台采集时，典型的激光光斑中心间距为 0.5 m 左右。
14. 精度：针对地物建模应用情形，典型精度达 15 cm。
15. 机载平台：便于操作，易于快速获取地表数据。
16. 宽视场角：最大可以达到  $75^\circ$  的视场角。如果部分视场角范围没有被用到，可以用于飞机倾角稳定补偿。

### 1.4 激光成像技术

#### 1.4.1 激光

**地位** 激光是 20 世纪以来，继原子能、计算机、半导体之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”。

**激光的亮度** 约为太阳光的 100 亿倍。

**激光的特点**

- 单色性、方向性、相干性

- 具有很高的单光子辐射能量
- 在大气传输中很少发生绕射

**激光设备** 1960 年发明红宝石激光器，主要在军事上得到了应用。

- **激光测距仪**：美国 1969 年测地月距离。
- **激光致盲器**：1982 年英阿马岛战争投入实战。
- **激光制导器**：1991 年海湾战争，精度高、抗干扰能力强。
- **激光告警设备、激光干扰设备**等电子战装备。

**激光的应用**

- 自然科学
- 加工领域
- 信息处理
- 激光通信
- 医学领域
- 测绘领域
- **环境检测**：弥补了微波在绕射和不能探测目标生化特性的不足，有了更加广泛的应用范围。
  - 大气成分探测（气溶胶探测）
  - 污染探测大气和海洋基本参数，如：海水深度、温度等探测。
  - 绿色植物探测

**微波雷达的局限性**

- 其波长较长，相应能量子的能量很小。
- 一般不足以与目标发生生化作用，无法探测目标的生化特性。
- 在传播过程中，遇到尺寸小于波长的物体时，更易于发生衍射。

### 1.4.2 激光雷达与激光成像雷达

**激光雷达的光源类型**

- 可见光波段 He-Ne 和 Ar 激光器
- 短波红外波段 Nd:YAG 激光器。最成熟的激光器。
- 长红外波段的 CO<sub>2</sub> 激光器。正在研制的大多是 CO<sub>2</sub> 激光器，体积大，价格比较高。
- 二极管泵浦固体激光雷达 (DPL)，20 世纪 80 年代后期。是发展重点。

**DPL 的优点：**

- 无需制冷
- 不像红外热成像系统容易受环境影响
- 对人眼安全，大气消光比低
- 可采用光纤光路和集成光学技术
- 结构小型化，体积小，制作成本低
- 具有高稳频、高功率、高效率和高光束质量等优点

- 可距离成像和强度成像

#### DPL 与其他激光器的比较:

- 与 Nd:YAG 激光器相比: 后者只能测距和测角, 不能测速, 成像困难, 大气传输性较差。
- 与 CO<sub>2</sub> 激光器相比: 相干性好, 寿命长, 可靠性强。

#### DPL 的应用

- 军事的应用
- 大气测污、风场测量、环境监测

激光成像雷达的基本结构 如图 1.1 所示。

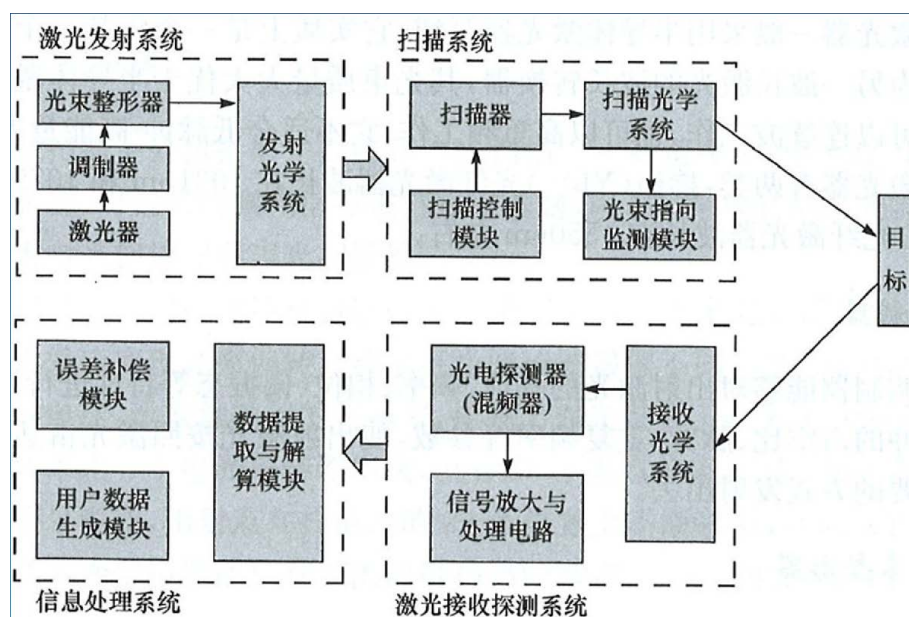


图 1.1: 激光成像雷达的基本结构

**激光雷达的关键技术** 下列四项技术中, 前三项属于硬件技术, 均已得到不同程度的解决; 第四项技术属于软件技术, 目前成为最关键的技术。

#### 1. 激光发射器: 高功率和高波束质量的辐射源

##### (a) 气体激光器。

##### 特点:

- 典型的气体激光器为 CO<sub>2</sub>
- 最早用于激光雷达的激光器之一
- 工作波长为 10.6 μm, 处于大气窗口。
- 至今仍广泛用于激光雷达

##### 优点:

- 大气传输性能好, 效率高。
- CO<sub>2</sub> 激光雷达易于实现高灵敏度外差探测和三维成像, 信息处理技术成熟。

##### 缺点:



- 尺寸比较大
- 需要低温制冷

2. **成像探测器**：高灵敏度接收技术
3. **扫描系统**：高性能二维扫描技术
4. **数据处理技术**：图像处理及目标识别算法