



武汉大学

Wuhan University



# 《摄影测量原理与应用》

(含当代摄影测量)

主讲：王树根

武汉大学遥感信息工程学院



# 前言

---

## ■ 本课程教学执行难点

- ü 学生的背景知识有差别
- ü 学生的期望或要求有差别
- ü 教学时间短

# 前言

## ■ 本课程授课原则

- ü 以摄影测量的最基本原理为主线，立足摄影测量的应用和发展，整体把握，有所侧重，重在拓宽思路
- ü 结合具体内容，提出供大家思考的问题

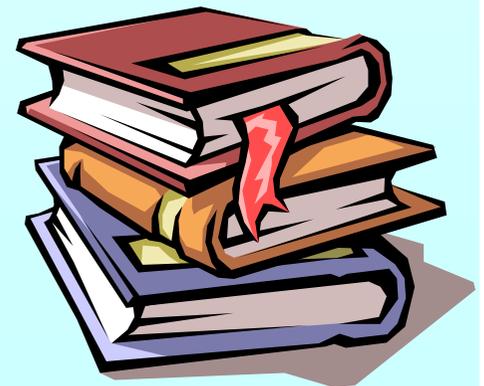
# 前言

---

- **对学习本课程的基本要求**
- ü **课堂教学与自学相结合**
- ü **对课程内容的深度和广度自己学会取舍**
- ü **理论联系实际**

## ■ 主要参考书(资料)

1. 李德仁、王树根. 摄影测量与遥感概论. 测绘出版社.
2. 李德仁、郑肇葆. 解析摄影测量. 测绘出版社.
3. 张助勋、张剑清. 数字摄影测量. 武汉大学出版社.
4. 张剑清等. 摄影测量学. 武汉大学出版社.
5. 空间信息获取与处理系列专著, 科学出版社.
6. 图象图形科学丛书, 科学出版社.
7. 地球信息科学基础丛书, 科学出版社.
8. 测绘学报、测绘通报、遥感学报、武大学报、图形图象、人工智能、计算机等方面的期刊
9. 国际、国内有关会议论文、互联网资料
10. 硕士、博士论文 (答辩)
11. 学术报告 .....



## ■ 主要教材和参考书(资料)



## ■ 主要教材和参考书(资料)



## ■ 外文主要教材和参考书

### 1 *ASPRS*:

《*Digital Photogrammetry — An Addendum to the Photogrammetry*》, 1996

### 2 *E.M.Mikhail*:

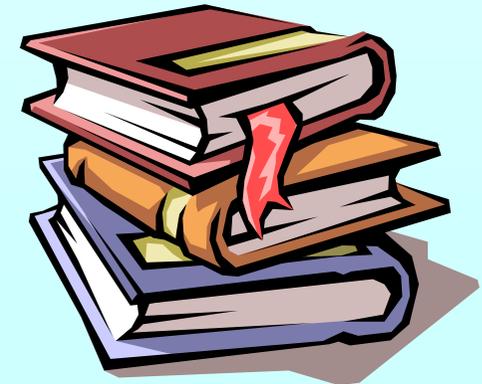
《*Introduction to Modern Photogrammetry*》, 2002

### 3 *M.Kasser*:

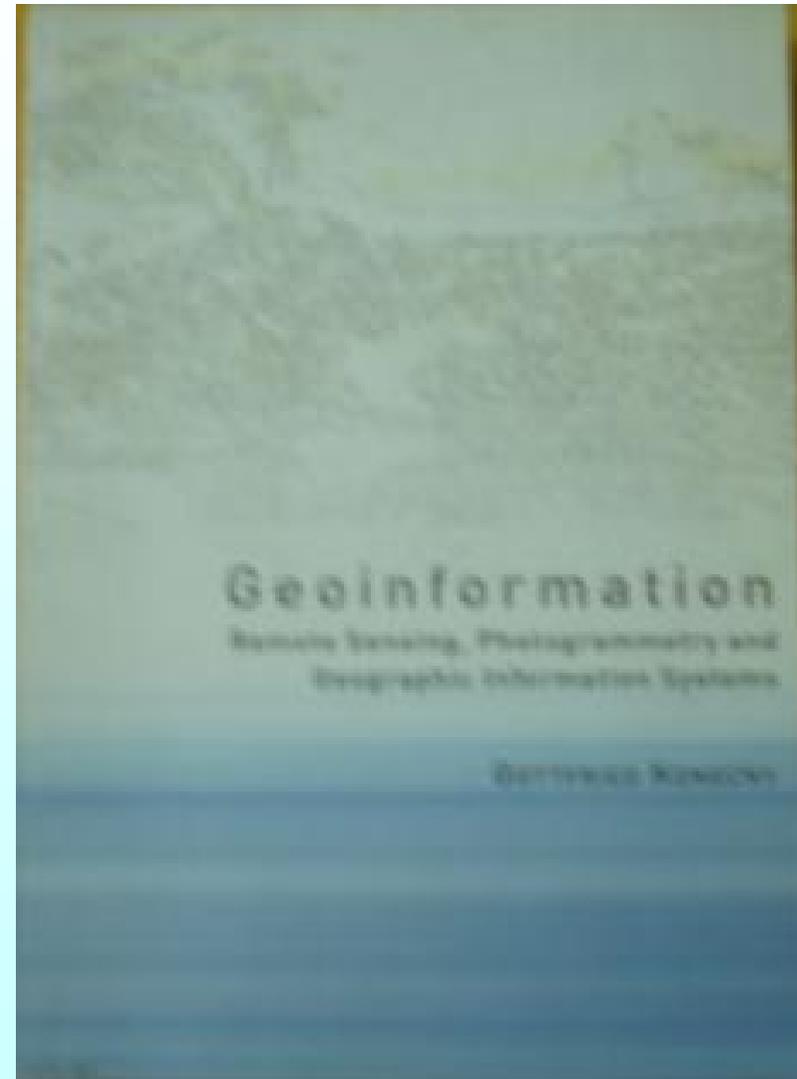
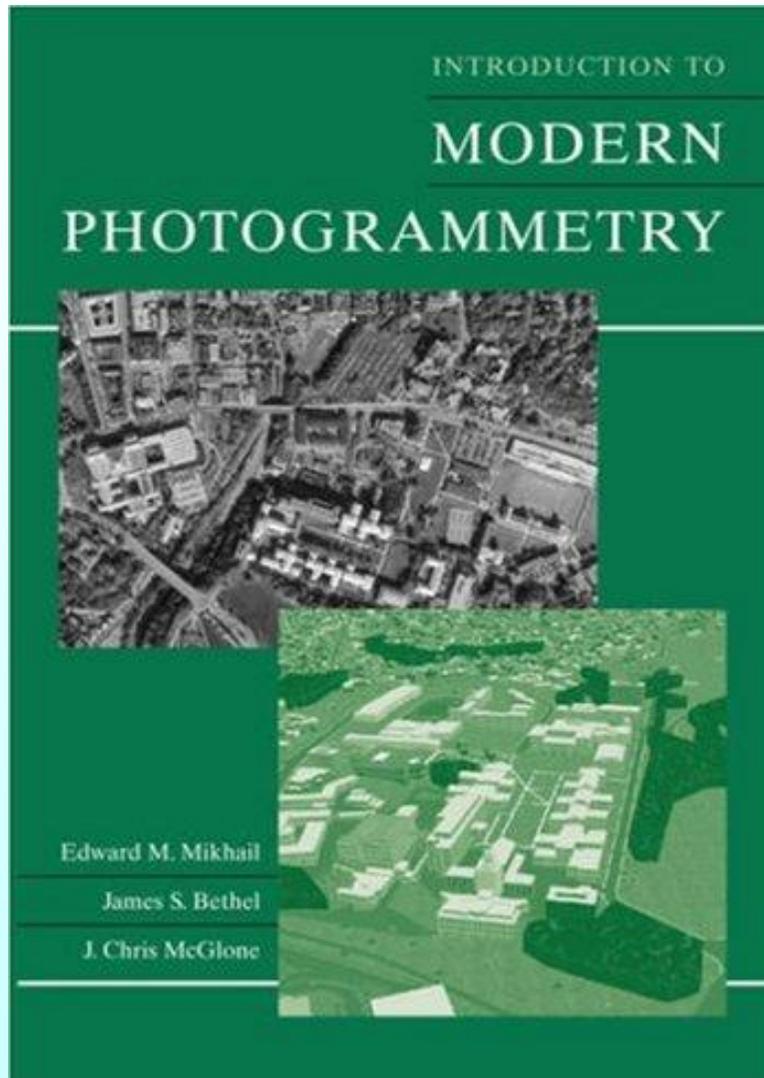
《*Digital Photogrammetry*》, 2002

### 4 *G.Konecny*:

《*Geoinformation*》, 2003



## ■ 外文主要教材和参考书



## ■ 网络资源

---

Website 1

Website 2

Website 3

# 第1章

## 当代摄影测量概述



## 概述

### Q 什么是摄影测量学？ (Photogrammetry)

英文解释：由希腊文的三个词根组成

(light-writing-measurement)

中文解释：摄影 + 测量 (+ 解译)

只要物体能被摄成影像，就可以使用摄影  
测量技术研究被摄物体的几何和物理特征

## 概述

---

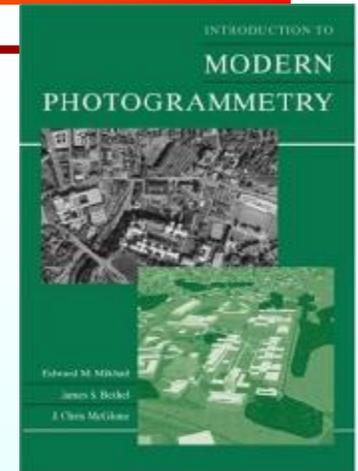
**Q 什么是当代/高等摄影测量？**  
(Modern/Advanced Photogrammetry)

**Ü 当代/高等摄影测量与  
传统的摄影测量学或  
数字摄影测量有何区别？**

**Ü 当代/高等摄影测量的内涵（定义）  
是什么？**

# q 当代摄影测量教材目录

1. **Introductory Concepts 基本概念**
2. **Elementary Photogrammetry 摄影测量基础**
3. **Photogrammetric Sensing Systems 摄影测量传感器系统**
4. **Mathematical Concepts in Photogrammetry  
摄影测量数学基础**
5. **Resection, Intersection and Triangulation 后交、前交和空三**
6. **Digital Photogrammetry 数字摄影测量**
7. **Photogrammetric Instruments 摄影测量仪器**
8. **Photogrammetric Products 摄影测量产品**
9. **Close-Range Photogrammetry 近景摄影测量**
10. **Analysis of Multispectral and Hyperspectral Image Data  
多光谱和高光谱影像数据处理**
11. **Active Sensing Systems 主动成像系统**



# 传统摄影测量定义

**摄影测量学** 是利用光学摄影机所获取的像片，经过处理以获取被摄物体的形状、大小、位置、特性及其相互关系的一门学科。

q 随着学科的发展、应用的扩展和人们认识水平的提高，其内涵和外延也在不断发生变化。

# 当代摄影测量学定义 (16<sup>th</sup> ISPRS, 1988)



# 摄影测量学的任务

Q 笼统而言，其任务是测量各种比例尺的4 D 产品，并为各种地理信息系统和土地信息系统提供基础数据。



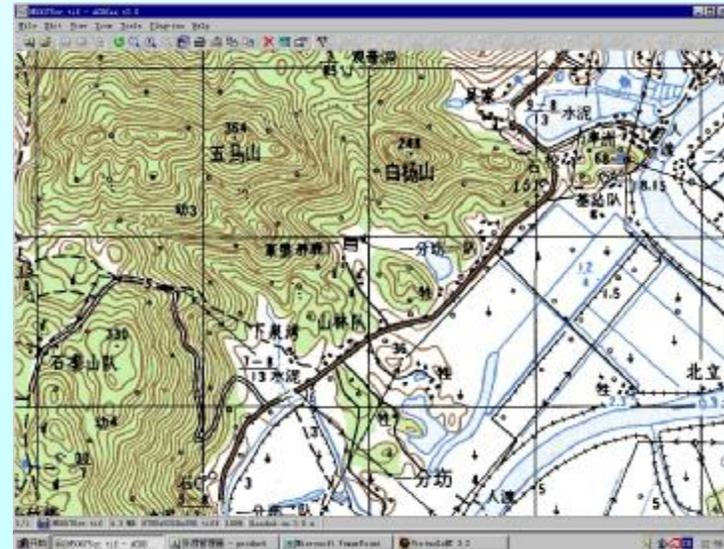
影像获取 → 数据处理 → 产品应用

# 摄影测量学任务

摄影测量学任务是发展变化的，主要包括：

q 定量的 (Quantitative) → 几何处理 (metric)  
(解决是多少的问题：where、when、how much)

q 定性的 (Qualitative) → 解译处理 (interpretation)  
(解决是什么的问题：what)



# 摄影测量学的分类

q 从传感器平台（或摄影距离）来考虑：

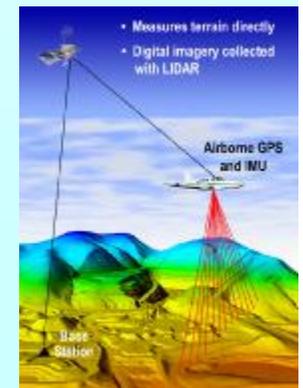
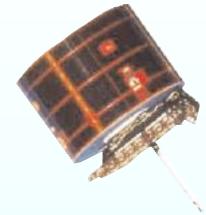
ü 航空摄影测量      Aerophotogrammetry  
Aerial Photogrammetry

ü 航天/卫星摄影测量      Space / Satellite Photogrammetry

ü 地面摄影测量      Terrestrial Photogrammetry

ü 近景摄影测量      Close-range Photogrammetry

ü 显微摄影测量      Micro-range Photogrammetry



## 进一步地

q 从用途（或应用范围）来考虑：

ü 工业摄影测量      Industrial Photogrammetry

ü 建筑摄影测量      Architectural Photogrammetry

ü 生物医学摄影测量      Biomedical Photogrammetry

ü 水下/双介质摄影测量

Underwater / Two-medium Photogrammetry

ü 城市摄影测量      Urban Photogrammetry

ü 铁路摄影测量      Railway Photogrammetry

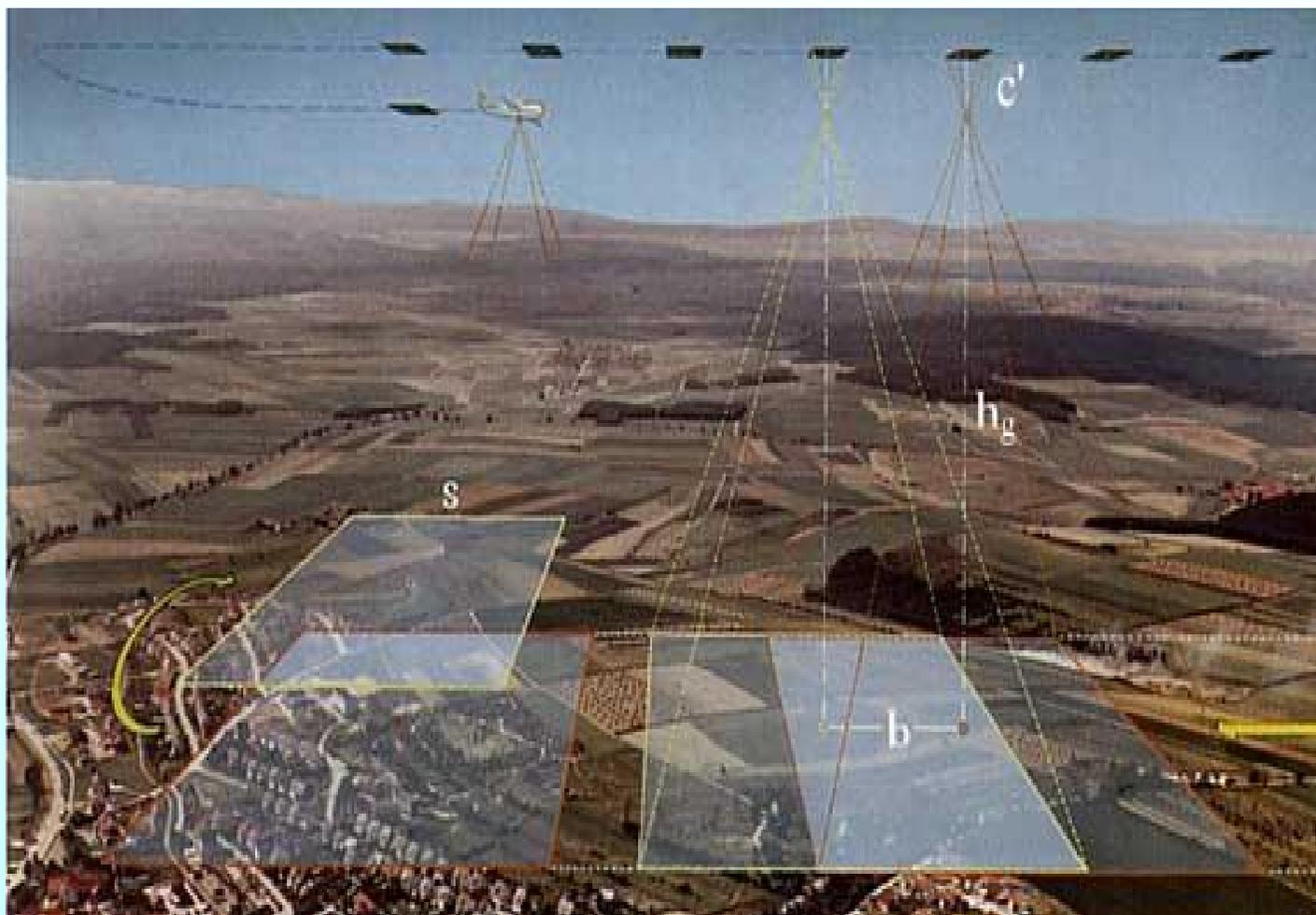
ü 地质摄影测量      Geological Photogrammetry

ü 森林摄影测量      Forest Photogrammetry

等等

# 本教材主要讲授内容

## 航空摄影测量



# 摄影测量学发展史

## 发展过程中的里程碑：

- q 1839年 发明摄影术 (马)
- q 1858年 气球拍摄第一张空中像片
- q 1903年 发明飞机，使航空摄影成为可能
- q 1901年 立体坐标量测仪、模拟立体测图仪
- q 1957年 海拉瓦 (Helava) 提出了解析测图仪的思想
- q 1987年以后 开始研究开发数字摄影测量工作站 (DPW)



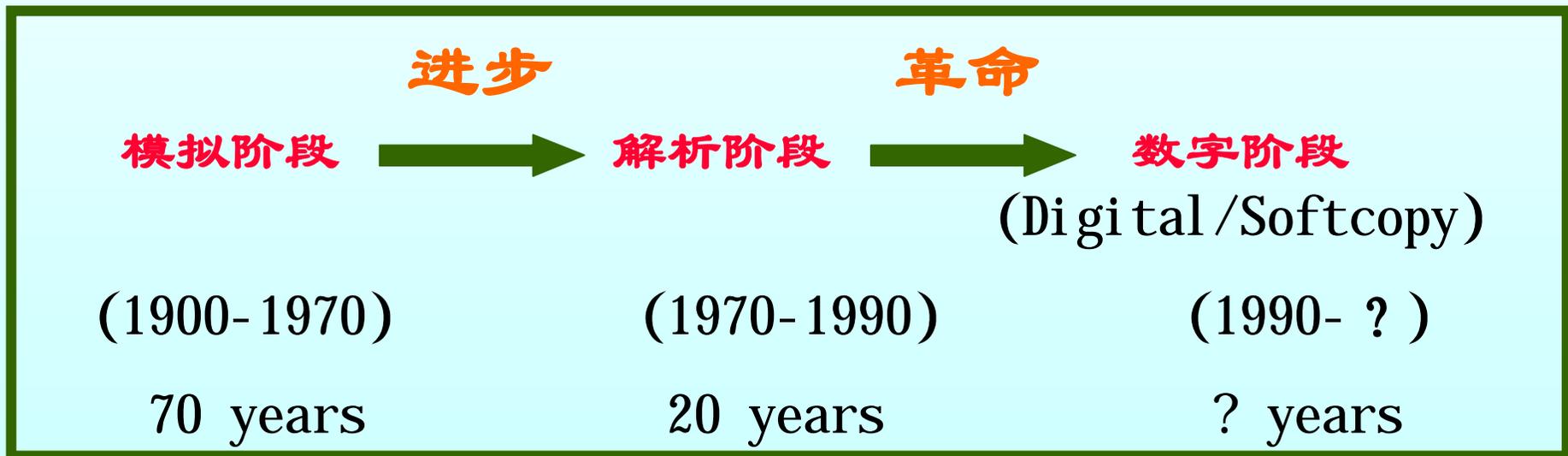
# 摄影测量三个发展阶段

q 摄影测量的三个发展阶段：

ü 模拟摄影测量

ü 解析摄影测量

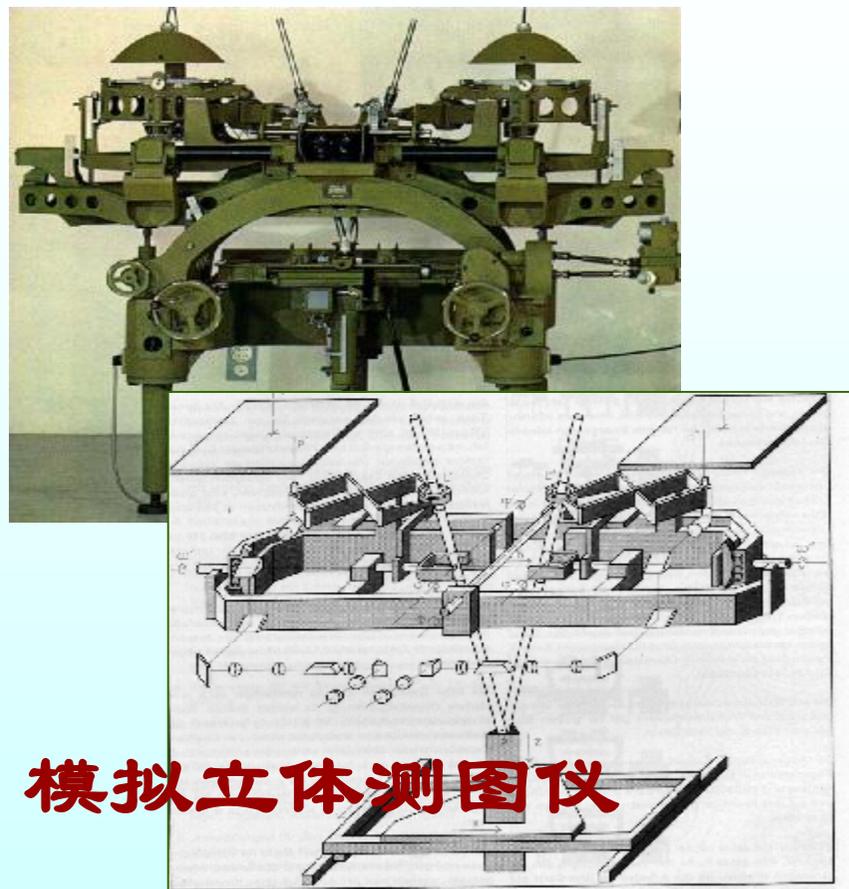
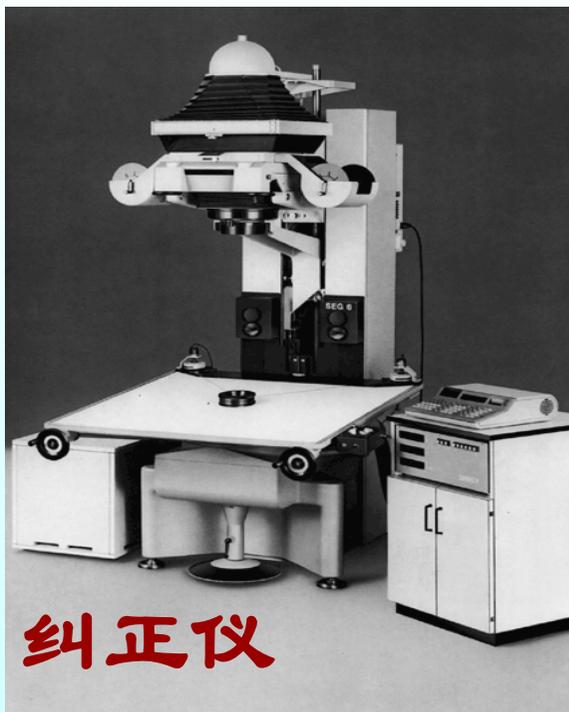
ü 数字摄影测量



**Softcopy Photogrammetry: 软拷贝摄影测量**

# 三个发展阶段之一

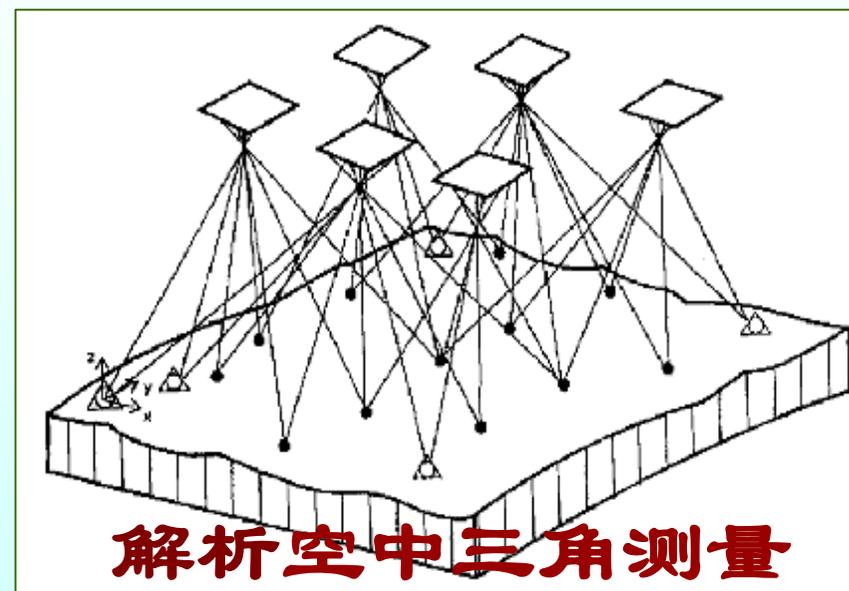
## q 模拟摄影测量阶段



生产资料	投影方式	仪器设备	操作方式	产品形式
模拟像片	物理投影	模拟仪器	作业员手工	模拟产品

# 三个发展阶段之二

## q 解析摄影测量阶段



生产资料	投影方式	仪器设备	操作方式	产品形式
模拟像片	数字投影	解析仪器	计算机辅助	模拟/数字产品

# 三个发展阶段之三

## q 数字摄影测量阶段

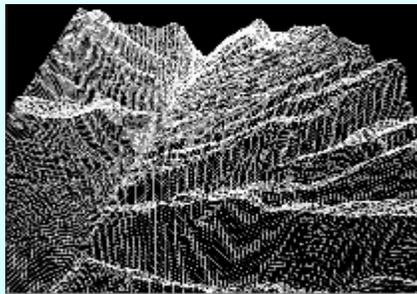


生产资料	投影方式	仪器设备	操作方式	产品形式
数字影像 数字化影像	数字投影	DPS DPW	计算机控制	数字/模拟产品

# 数字摄影测量的主要产品

## q 4D产品：

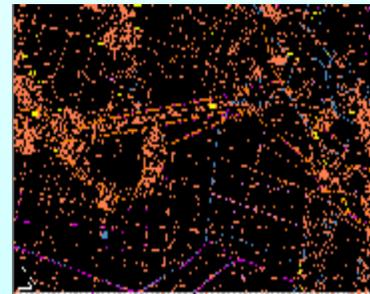
- ü DEM (Digital Elevation Model) 数字高程模型
- ü DOM (Digital Orthophoto Map) 数字正射影像
- ü DLG (Digital Line Graphic) 数字线划图
- ü DRG (Digital Raster Graphic) 数字栅格图



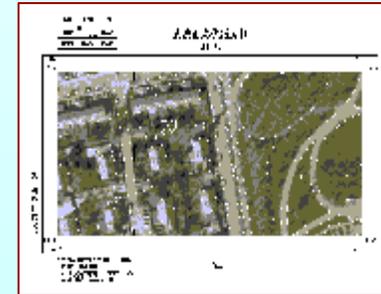
数字地面模型 DEM



数字正射影像 DOM



数字线化图 DLG



数字专题图 DRG

问：应如何正确理解数字摄影测量的产品？

# 数字摄影测量的其它产品

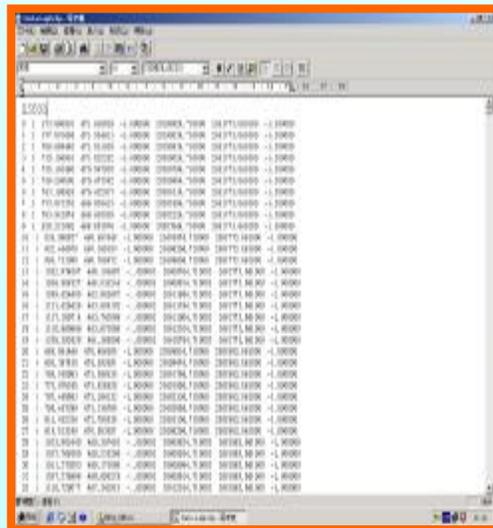
## 其它产品：

影像定向参数，加密点坐标

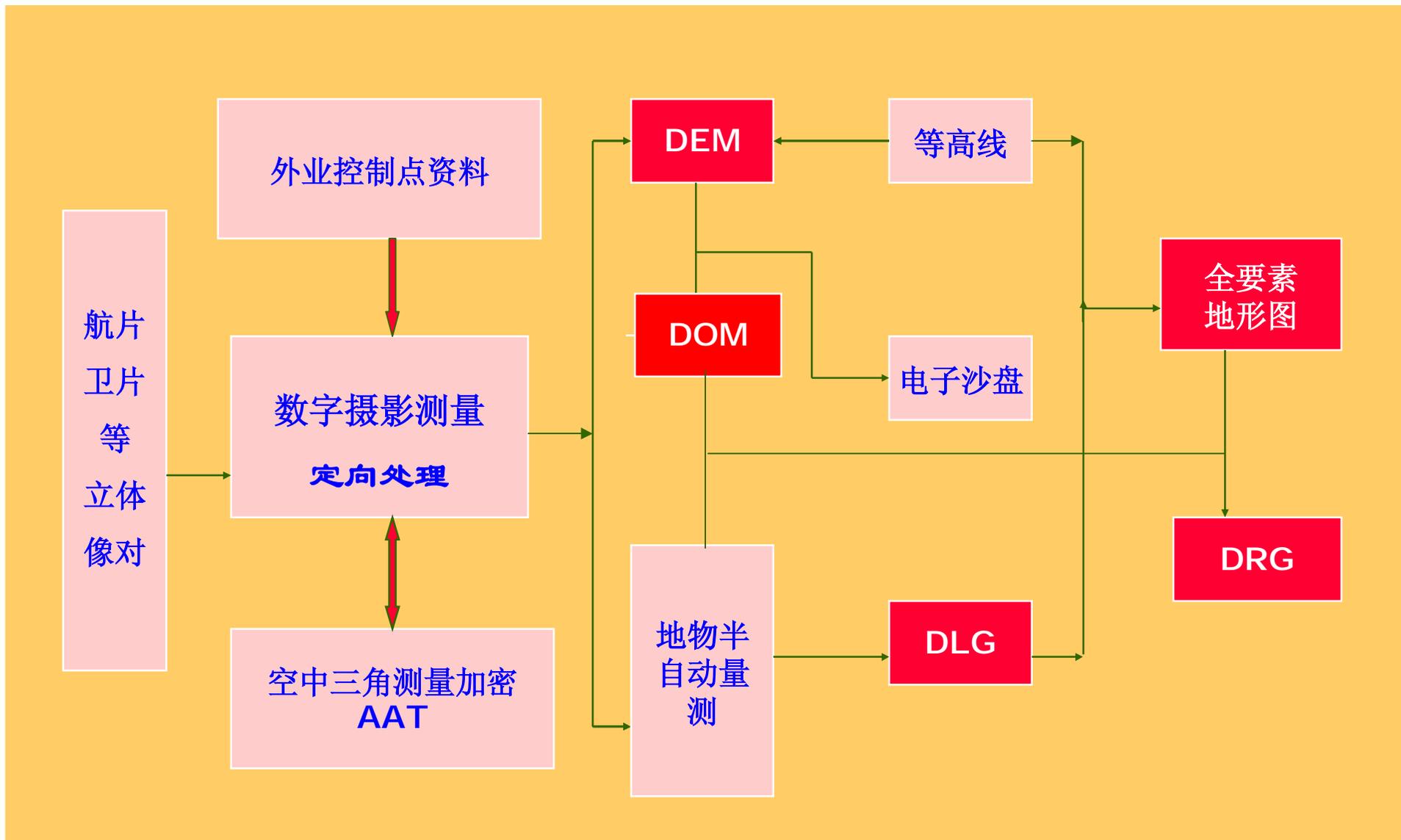
DSM (Digital Surface Model) 数字表面影像

可视化立体模型、透视图、景观图

各种信息系统、数据库所需的空間信息

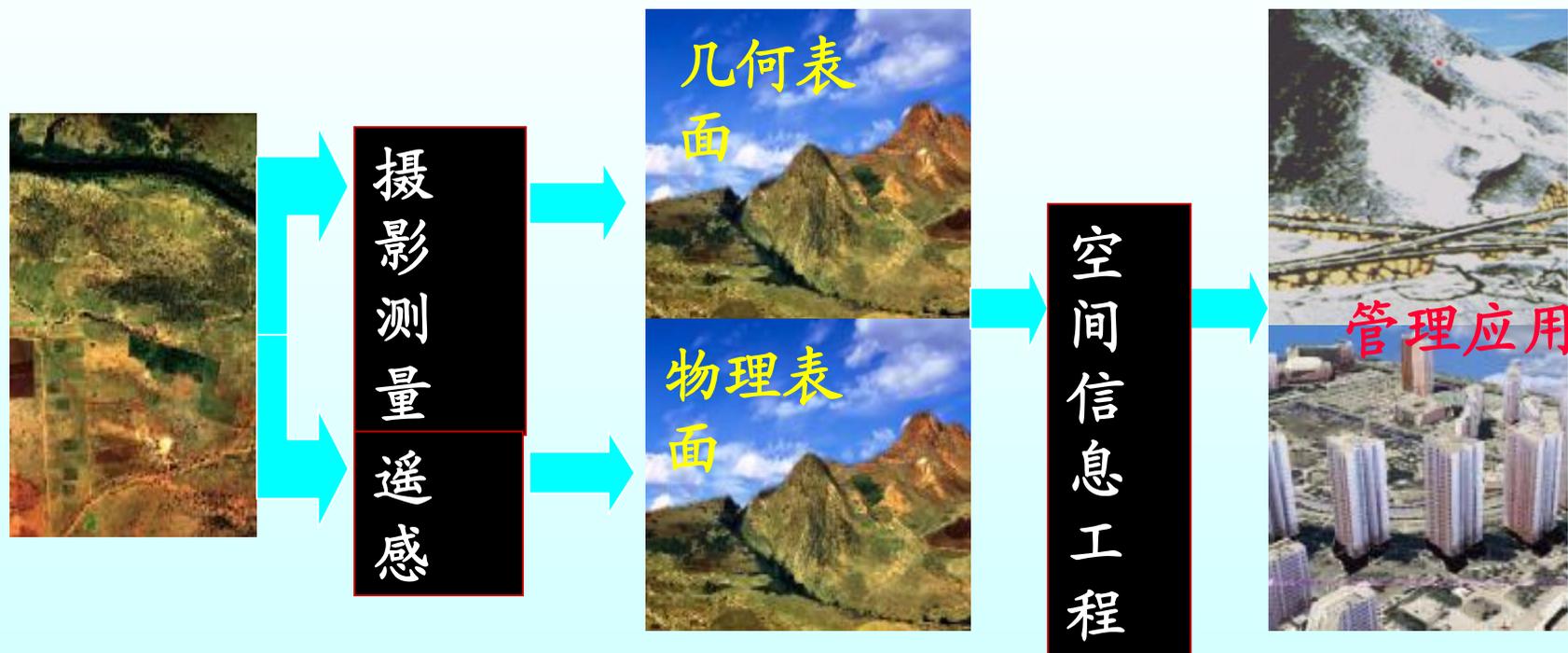


# 摄影测量法4D数据生产流程



# 当代摄影测量发展的多学科交叉特点

## q 摄影测量与遥感的结合



### 主要任务包括：

q 定量的（几何处理）→ 解决是多少的问题

q 定性的（解译处理）→ 解决是什么的问题

## 摄影测量与遥感的结合

**Q 摄影测量学与遥感的结合：**摄影测量学的发展历史就是遥感的发展历史，它们目的相同，只是各自所处的科技发展历史时期不同，可以说摄影测量学发展到数字摄影测量阶段就是遥感（王之卓）。

# 摄影测量与遥感的结合

Q 摄影测量学与遥感的联系与区别是什么？

从传统的观点来看，其联系与区别主要体现在：

- Ø 成像工作平台
- Ø 成像光谱范围
- Ø 成像空间分辨率
- Ø 立体测图功能 等方面

# 遥感的发展

## Q 遥感的发展

ü 高分辨率（空间、光谱、时间、温度）

ü 具有立体覆盖

ü 定量化遥感发展

问：遥感是一门科学还是一门技术？

观点：遥感既是一门科学，又是一门技术，同时  
还是一门艺术  
(art/science/technology).

# 摄影测量与遥感发展现状

- q 对**定量问题**相对解决的较好，自动化程度较高。如：自动空中三角测量、数字高程模型（DEM）、数字正射影像（DOM）的自动化生产等。但是，随着新型传感器的不断出现.....
- q 而对**定性问题**的解决还需付出很大努力。对定性问题的解决涉及多学科交叉、认知科学以及对人类自身的了解和研究。

# 摄影测量与遥感的挑战

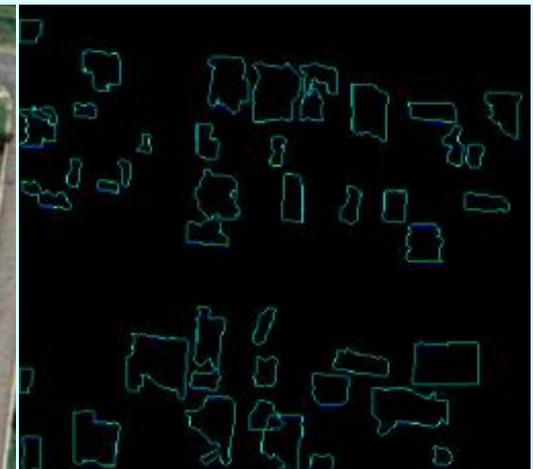
## 若干典型问题：

q 影像辐射信息量

q 影像匹配

q 目标识别、影像解译

q 数据量、速度、精度、可靠性 等等



# 摄影测量与遥感和GIS、GPS的结合

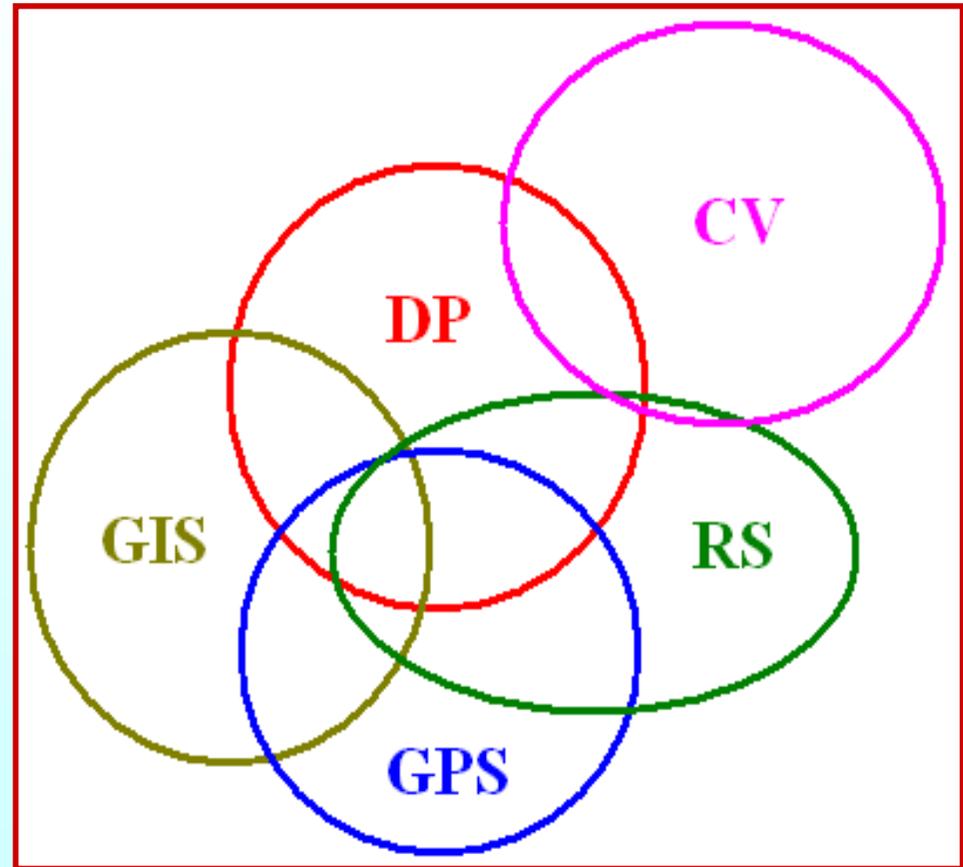
ü 3S集成：

RS、GIS、GPS

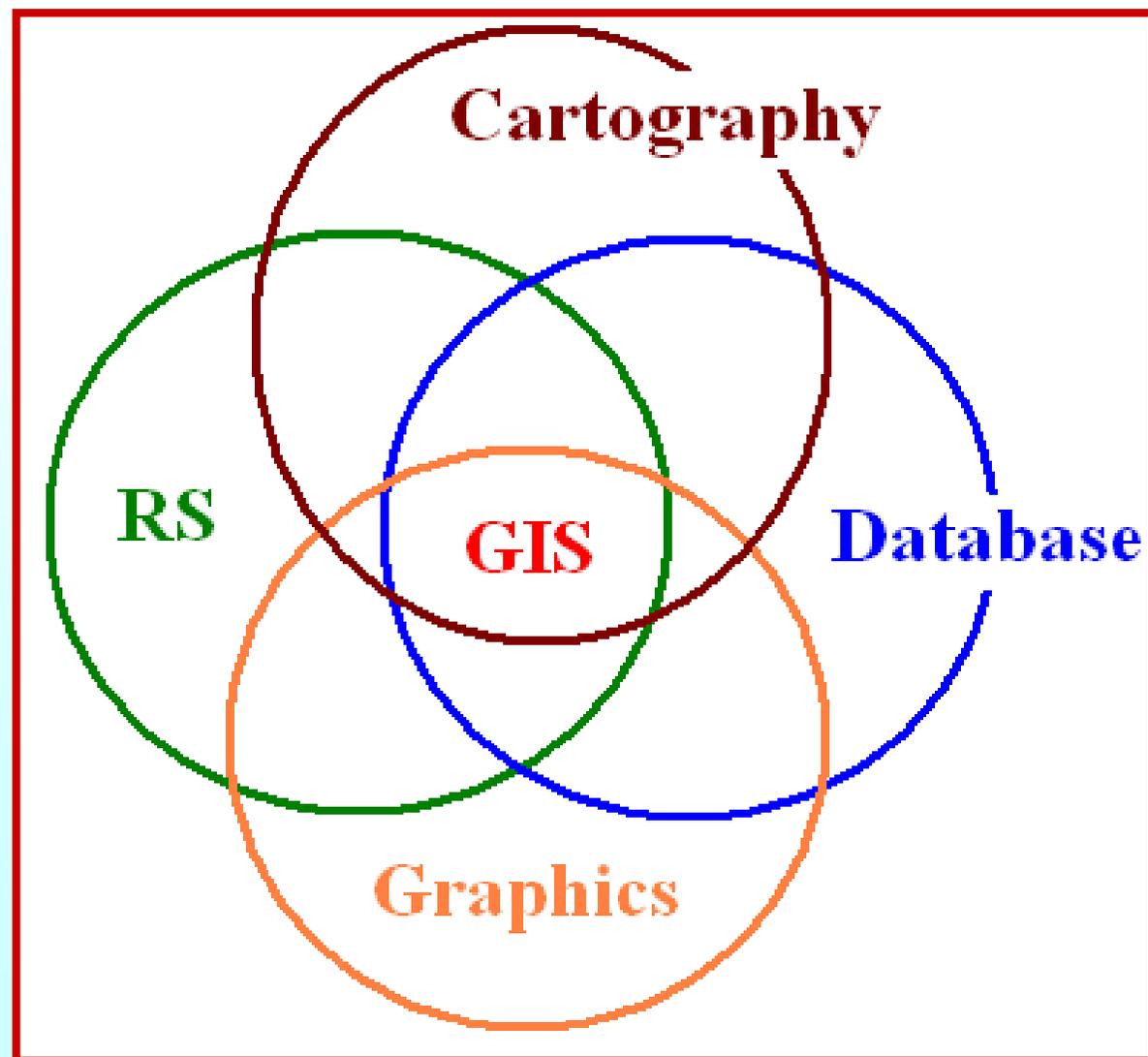
ü 5S集成：

DPS、RS、GIS、  
GPS、ES

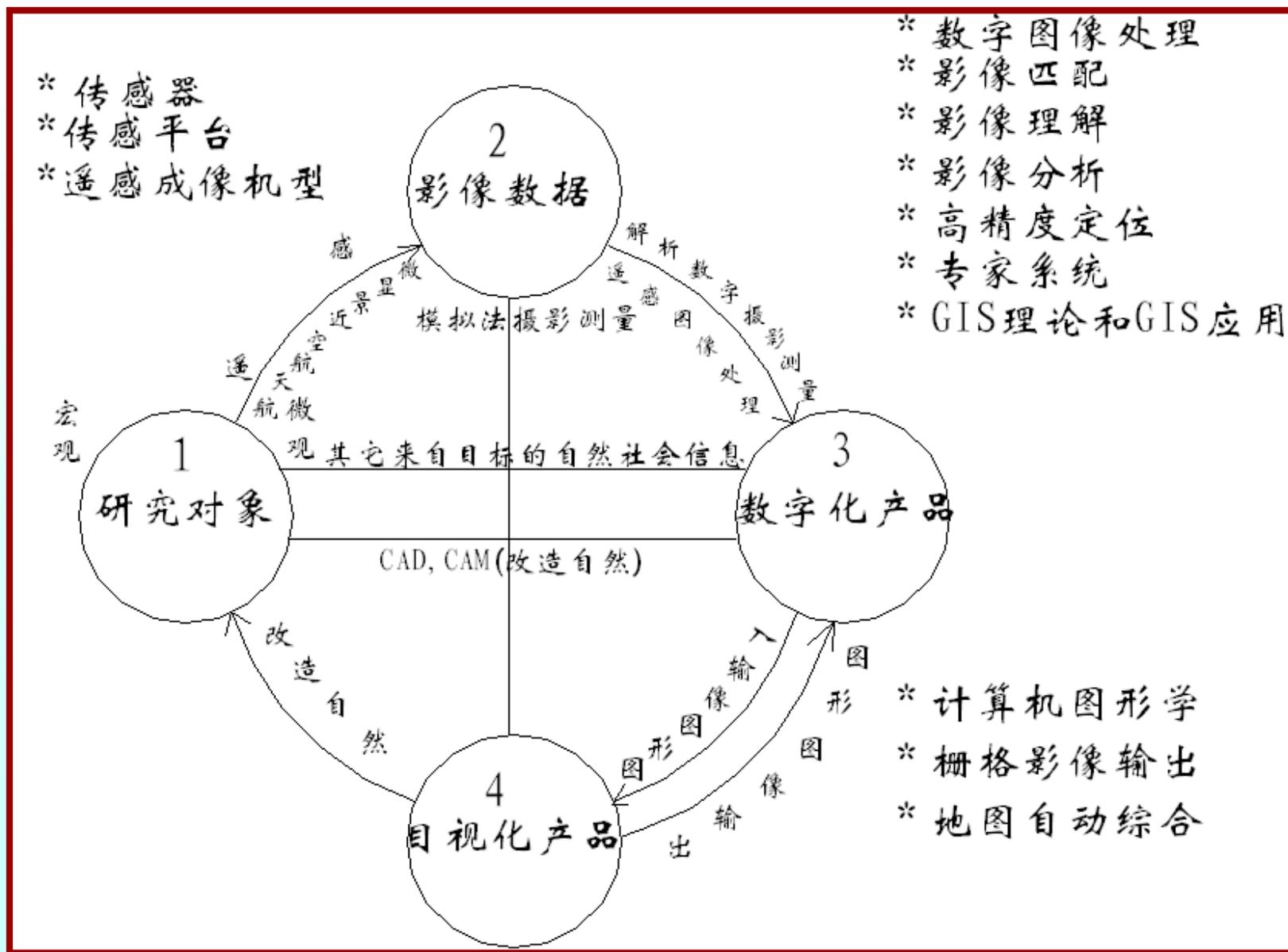
ü 更多S的集成...



# 摄影测量与遥感的多学科集成



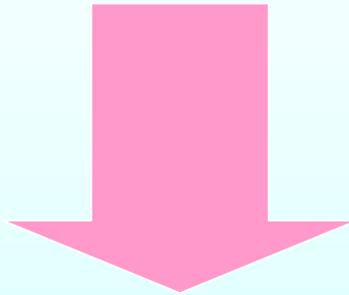
# 摄影测量与遥感的多学科集成



# 地球空间信息科学的崛起和发展

Q 摄影测量与遥感的发展与挑战：

RS(DPS) + GIS + GPS + ES + ...



影像信息学 (Iconic Informatics)

地球空间信息学 (Geomatics / Geoinformatics)

Q 摄影测量作为独立学科是否存在？

# 摄影测量作为独立学科是否存在

q 从摄影测量到摄影测量与遥感再到...

ü Photogrammetry

ü Photogrammetry & Remote Sensing

ü Geomatics/ Geoinformatics / Iconic Informatics...

q 摄影测量学科的提法

ü Imagegrammetry

ü Sensorgrammetry

ü Pictogrammetr

ü Radargrammetry ...

# 摄影测量作为独立学科是否存在

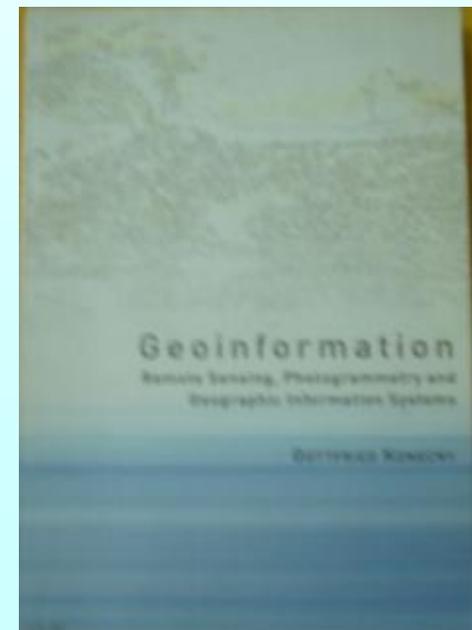
## q 关于 Geoinformatics

《 Geoinformation 》 , *by G.Konecny, 2003*

— Remote sensing, photogrammetry and geographic information systems

### Contents

- 1 Introduction
- 2 Remote sensing
- 3 Photogrammetry
- 4 Geographic information System
- 5 Position systems
- 6 Cost considerations
- 7 Technological changes



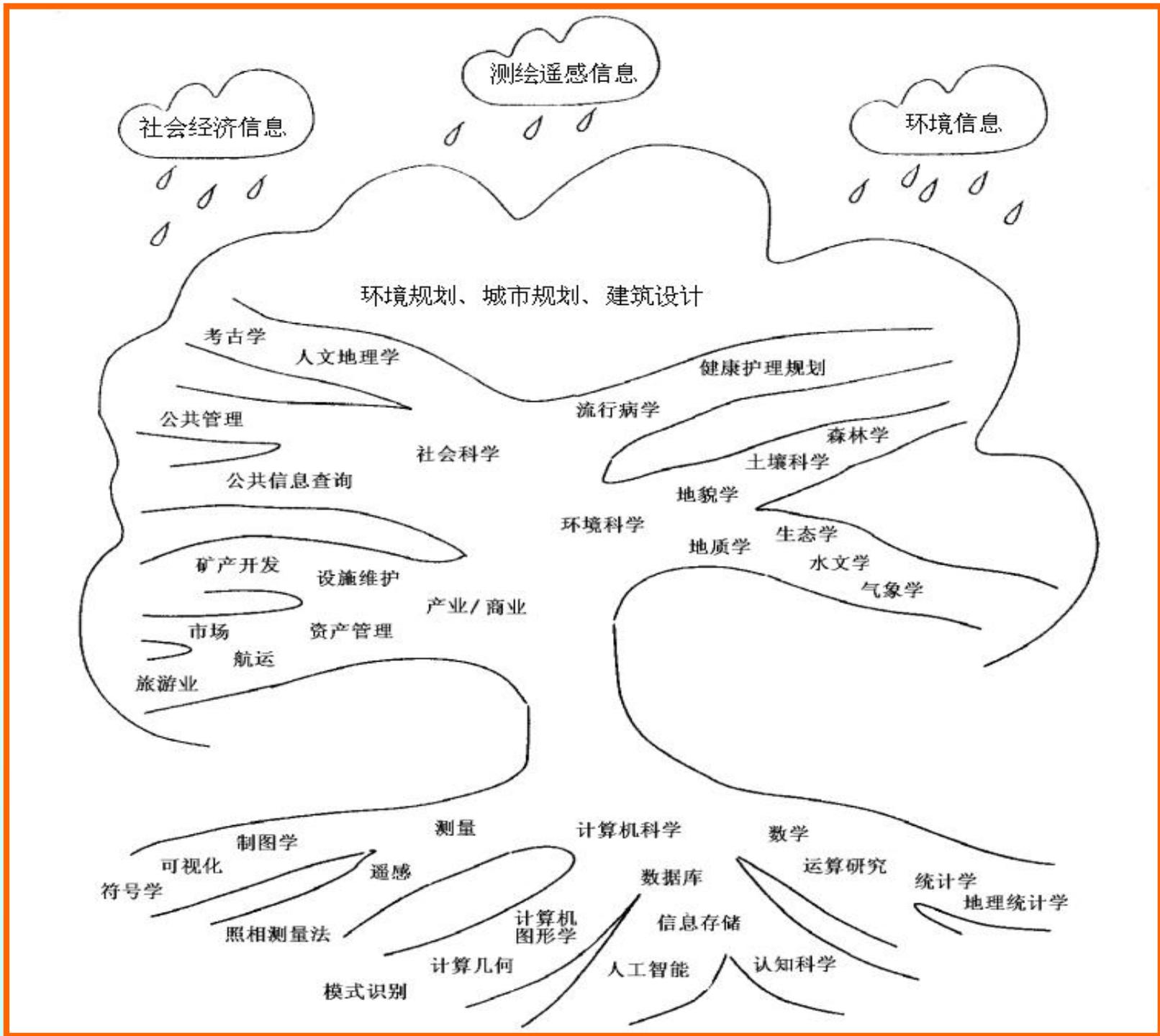
## 观点和结论

- q 摄影测量学具有强大的生命力；美国 Ohio State Uni. 的 T. Schenk 教授曾说过：“摄影测量与猫一样，他们有一个共同的特点，两者都有几次生命”
- q 摄影测量工作者还需付出艰苦的努力，在许多方面需有赖于其它学科的发展，但摄影测量工作者在其中的地位不可取代
- q 摄影测量工作者是自己成功的受害者
- q 摄影测量不是结束，而是刚刚开始



# 大成智慧树





# 摄影测量与遥感的总体发展趋势

## q 强调对认知机理的研究

如地表遥感信息传输及其成像机理、遥感信息反演机理、地球空间信息认知机理、空间三维可视化认知机理、地图（影像）认知机理、计算机视觉认知机理、计算机可视化编程认知机理等等。

# 摄影测量与遥感的总体发展趋势

## q 强调对智能信息技术和系统的研究

在地球空间信息获取和处理手段的很多方面已实现自动化或半自动化的同时，目前正在向更高水平的智能化方向发展，包括智能信息获取、处理、应用，智能控制技术和智能通讯技术等。如智能化遥感图像处理、GIS智能化网络管理与控制、网络智能信息检索、智能交通、智能机器人传感器和智能摄影测量等。

## 摄影测量与遥感的总体发展趋势

**q 强调与人类自身的研究、特别是对人类大脑和视知觉系统研究成果的结合**

**因为对人类自身了解的多与少，将决定科学进步和社会发展的进程。计算机视觉、人工神经网络、人工智能、专家系统、遗传（进化）算法、信息融合、数据挖掘、知识发现等领域的研究进展都在不同程度上受制于对人类自身的认识水平。**

# 摄影测量与遥感的总体发展趋势

## q 其它方面

已进一步认识到哲学、思维科学、认知科学、心理学乃至美学与艺术等学科对地球空间信息科学研究、特别是在空间信息的可视化表达以及虚拟现实等方面所能发挥的指导作用或影响。

# 从研究热点看发展趋势

---

## q 2008年“863计划项目申请指南”

Ø 对地观测与导航技术申请指南

Ø 信息技术领域申请指南

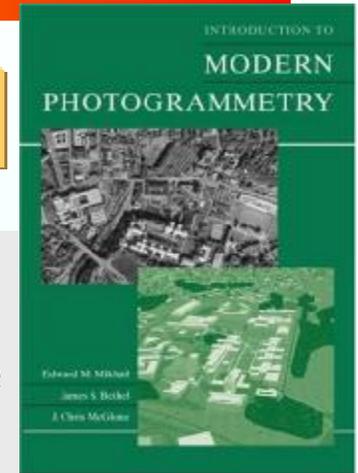
# 问题的提出

什么是当代摄影测量？

# 关于当代摄影测量

引自《Introduction to modern photogrammetry》

**The practice of photogrammetry today bears little resemblance to that during its formative years in the last century. While the basic mathematical principles of photogrammetry remain unchanged, their implementation and application for production purposes have drastically changed.**



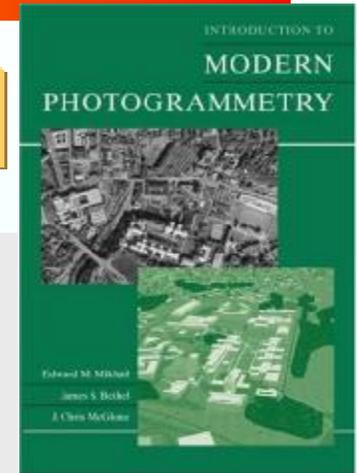
**当今的摄影测量实践与上世纪其形成与发展时大不一样了，虽然他们的生产手段和应用目的已发生了戏剧性的变化，但其基本的数学原理却没有改变。**

# 关于当代摄影测量

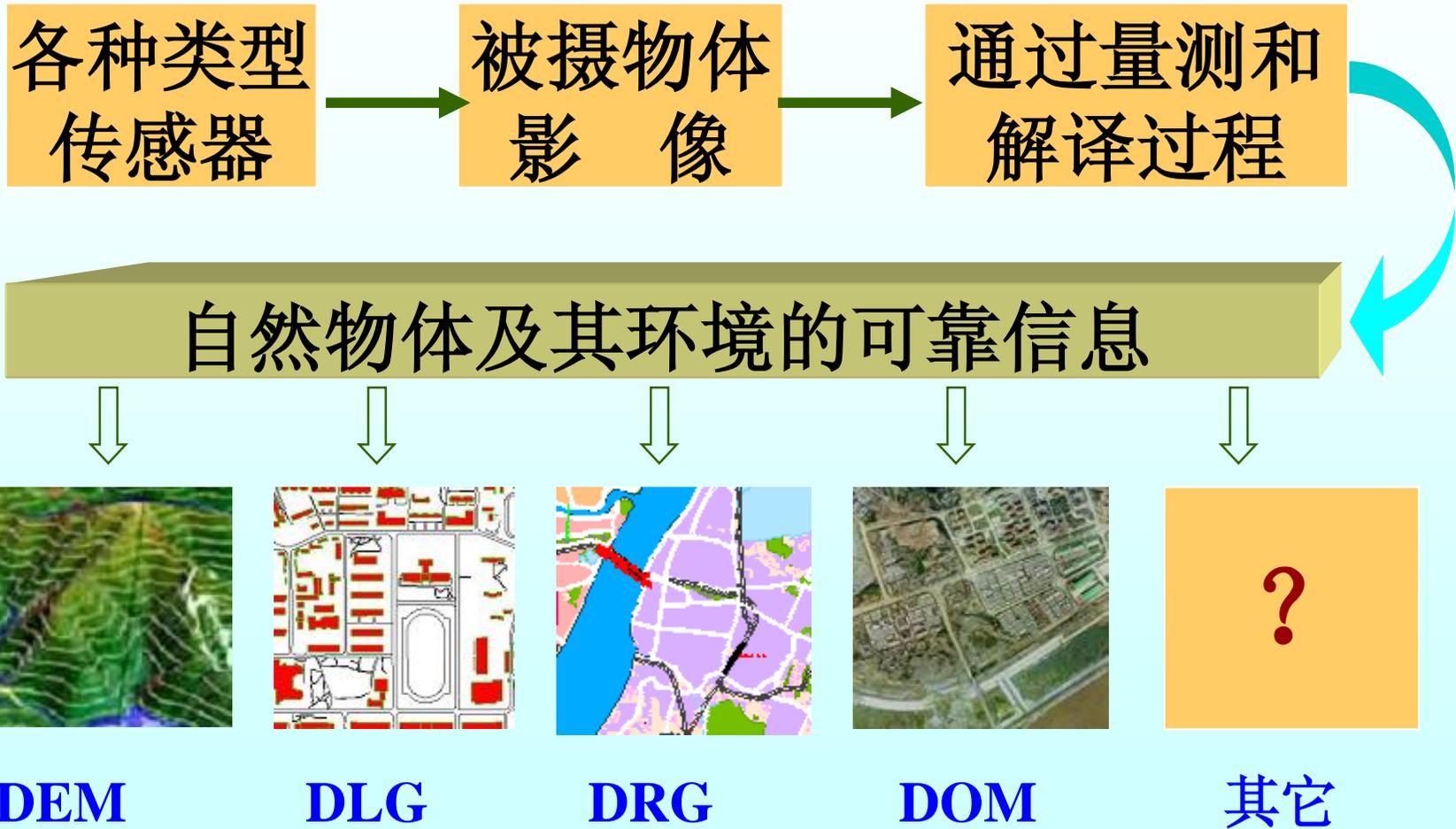
引自《Introduction to modern photogrammetry》

**The fundamental task of photogrammetry is to rigorously establish the geometric relationship between the image and the object as it existed at the time of the imaging event. Once this relationship is correctly recovered, one can then derive information about the object strictly from its imagery.**

**摄影测量的基本任务是严格地建立起摄影瞬间影像与对应目标物体之间的几何关系。一旦这种对应关系得到正确恢复，我们就可以严密地从影像上导出关于目标物体的信息。**



# 当代（数字）摄影测量主要内容



# 当代（数字）摄影测量主要内容

## Q 对当代摄影测量的进一步理解

Ø 参考张院士文章：

“论当代数字摄影测量”

# 当代（数字）摄影测量主要特点

与传统摄影测量比较而言：

- ∅ **信息获取手段** (Film → Digital, 与 RS、GIS、GPS 等的结合)
- ∅ **信息处理手段** (以计算机为主导, 强调数字化、自动化、智能化)
- ∅ **信息表达手段** (电子地图、GIS、空间数据库)
- ∅ **数据产品应用** (测图、各行各业、日常生活)

# 当代摄影测量的研究范畴

\* 摄影（成像）→ 记录（胶片、数字）→ 处理、加工

→ { 定量的（几何的）→ 解决是多少？  
定性的（解译的）→ 解决是什么？

→ 表达（产品）→ 存贮、管理、更新 → 发布、应用

→ 新的应用需求、认识水平提高

→ 促成新的成像/非成像方式的研究、集成 → 回到 \*

# 当代摄影测量涉及的内容

q 体现了学科交叉性

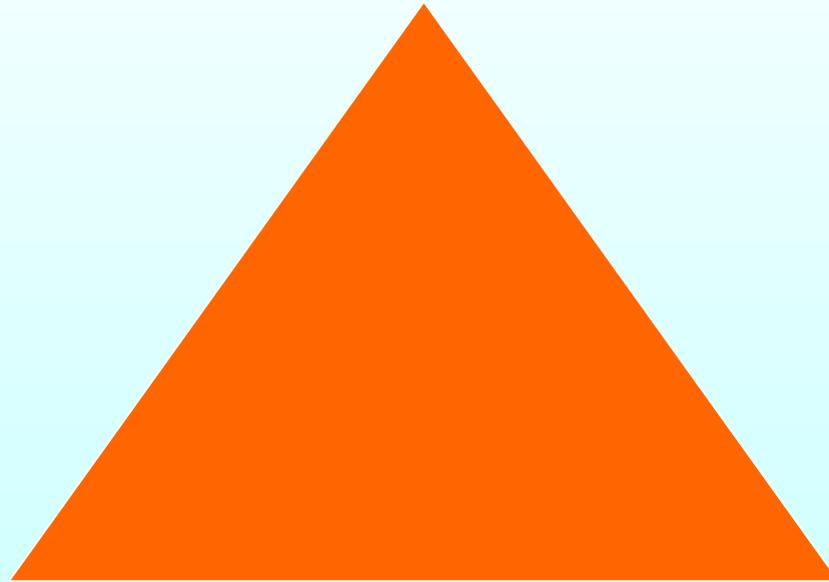


向两端延伸

# 当代摄影测量涉及的内容

---

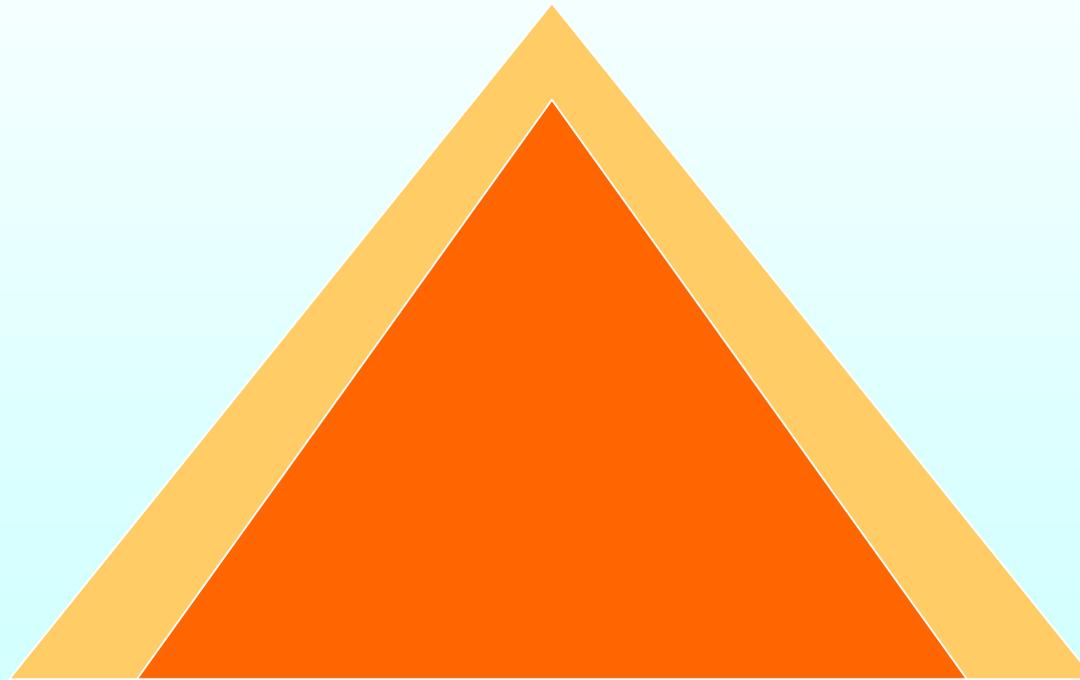
## Q 知识结构



金字塔

# 当代摄影测量涉及的内容

## Q 知识结构



金字塔

# 当代摄影测量的现状和发展

## q 主要体现在：

- Ø 数字成像技术及其应用 (Digital camera)
  - Ø 主动成像/非成像系统及其应用 (Lidar)
  - Ø 直接对地定位技术及其应用 (POS)
  - Ø 与数字城市建设的结合及其应用
  - Ø 与高分辨率遥感卫星影像的结合
  - Ø 与计算机视觉的结合
- 等等

# 当代数字摄影测量的基本内容

Q 进一步还体现在：

**由数字化测绘向信息化测绘发展**

Ø 参考张祖勋院士文章：

**“由数字摄影测量的发展谈信息化测绘”**

# 当代数字摄影测量的基本内容

- q 面向测图的当代数字摄影测量 (MDP)
  - q 面向地图修测、GIS数据更新的MDP
  - q 面向三维数码城市建设的MDP
  - q 基于新技术发展的MDP
  - q 基于非地形测量的MDP
- 等等

# 当代数字摄影测量的基本内容

- 1 当代摄影测量概述
- 2 摄影测量成像系统及像片解析
- 3 立体测图的基本原理与方法
- 4 解析空中三角测量及其拓展
- 5 数字摄影测量及其发展
- 6 数字高程模型的建立与应用
- 7 数字正射影像的制作与应用
- 8 数字摄影测量的仪器设备及产品
- 9 高分辨率遥感卫星影像及其应用
- 10 空间信息系统集成与城市3D建模可视化

THE END

---

Question ?

**联系方式：**

**Tel: 027-68778392 (O)**

**Email: wangsg@whu.edu.cn**