

《摄影测量学》第二章

影像获取



- 2.1 航空影像

- 2.2 遥感影像

2.1 航空影像获取

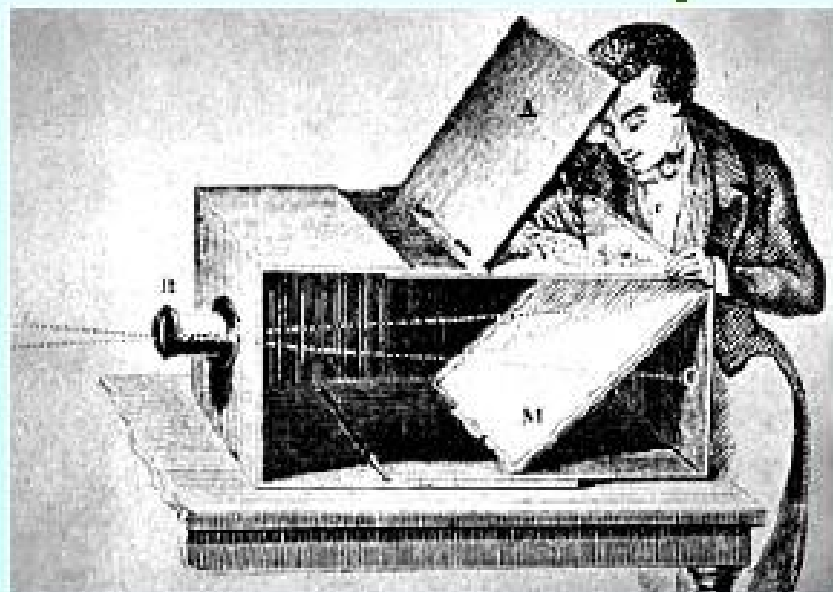
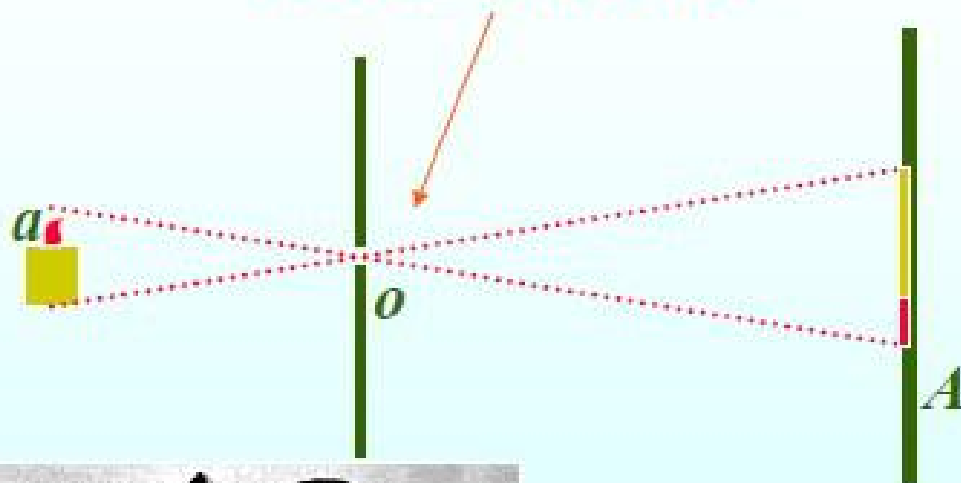
一、航空摄影机（量测摄影机）

二、非量测摄影机

摄影测量成像系统



传统小孔成像

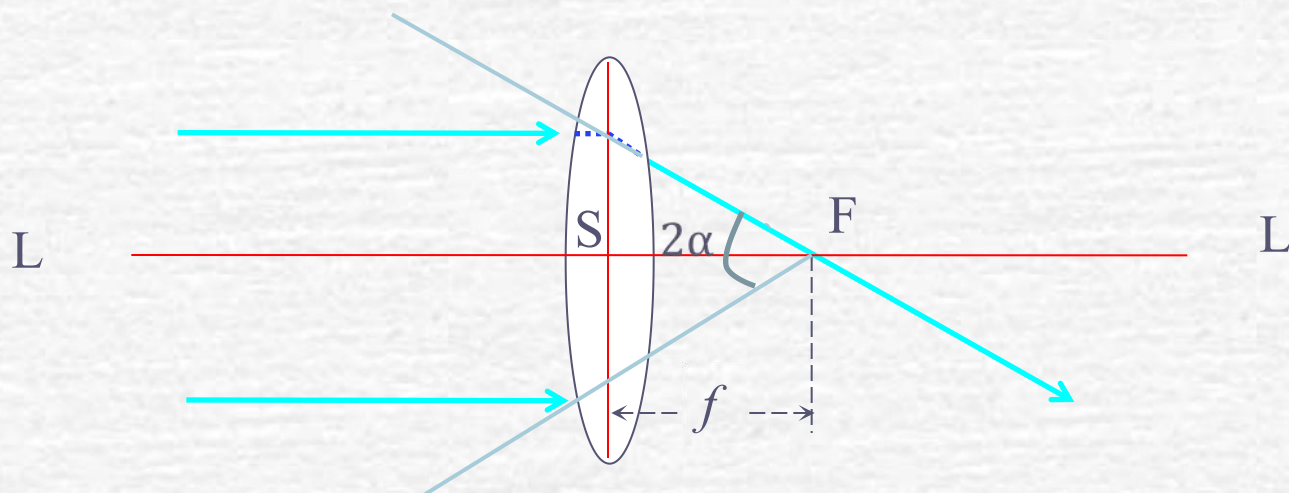




不要动 不然就照得不漂亮了 坐好

航摄仪焦距：物镜节点到焦点的距离

像片主距：物镜后节点到像平面的距离



长焦距：(主距 $> 300\text{mm}$)，拍摄距离远、视场小、体积大

中焦距：(主距 = $150 \sim 300\text{mm}$)

短焦距：(主距 $< 150\text{mm}$)

一、航空摄影机（可量测相机）

- 航空摄影机专用的量测摄影机，也称航摄仪器，主要工作平台为飞机。

1、胶片式相机

基于胶片的光学模拟摄影机。指每次摄影只能取得一帧影像，像幅尺寸为 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ ， $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ ，主要工作平台为飞机。

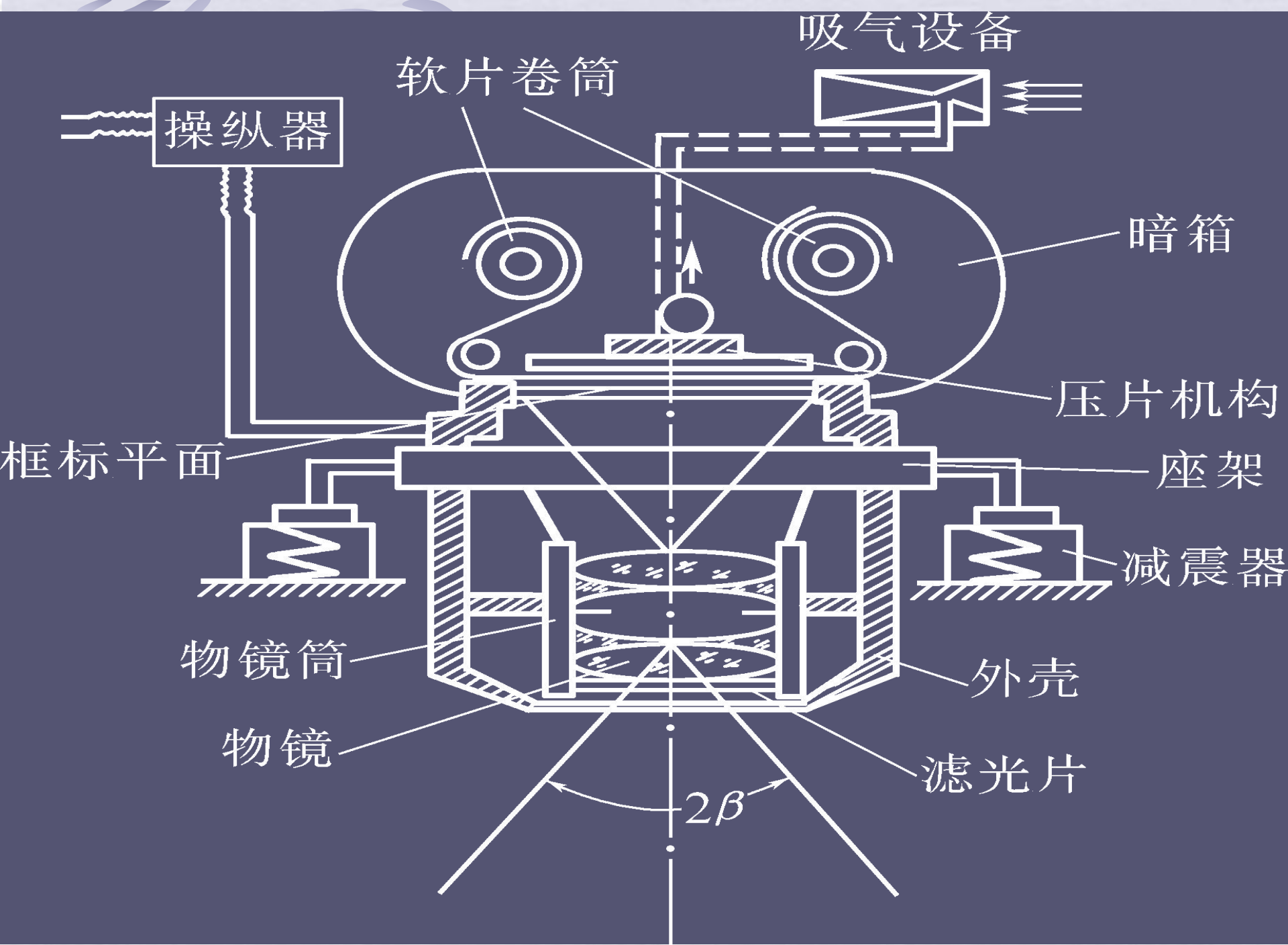
胶片航摄仪



我国目前使用的有

RC型

RMK型



航空摄影机特性：

(1) 光学特性

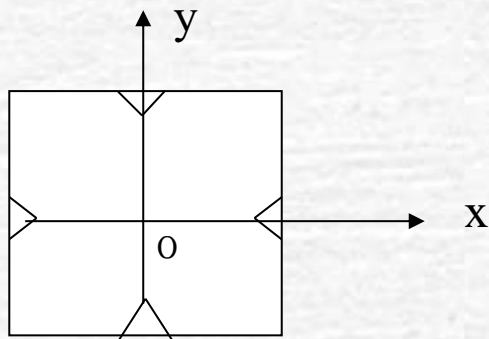
物镜成像分解力高
物镜成像畸变差小
物镜透光率高
光学影像反差大
焦面照度均匀

(2) 焦面上设置有框标

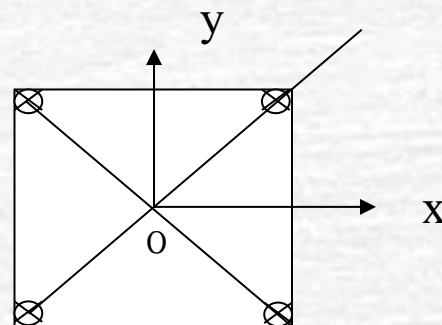
(3) 有胶片压平系统

(4) 像距为定值（主距）

(5) 有减震装置



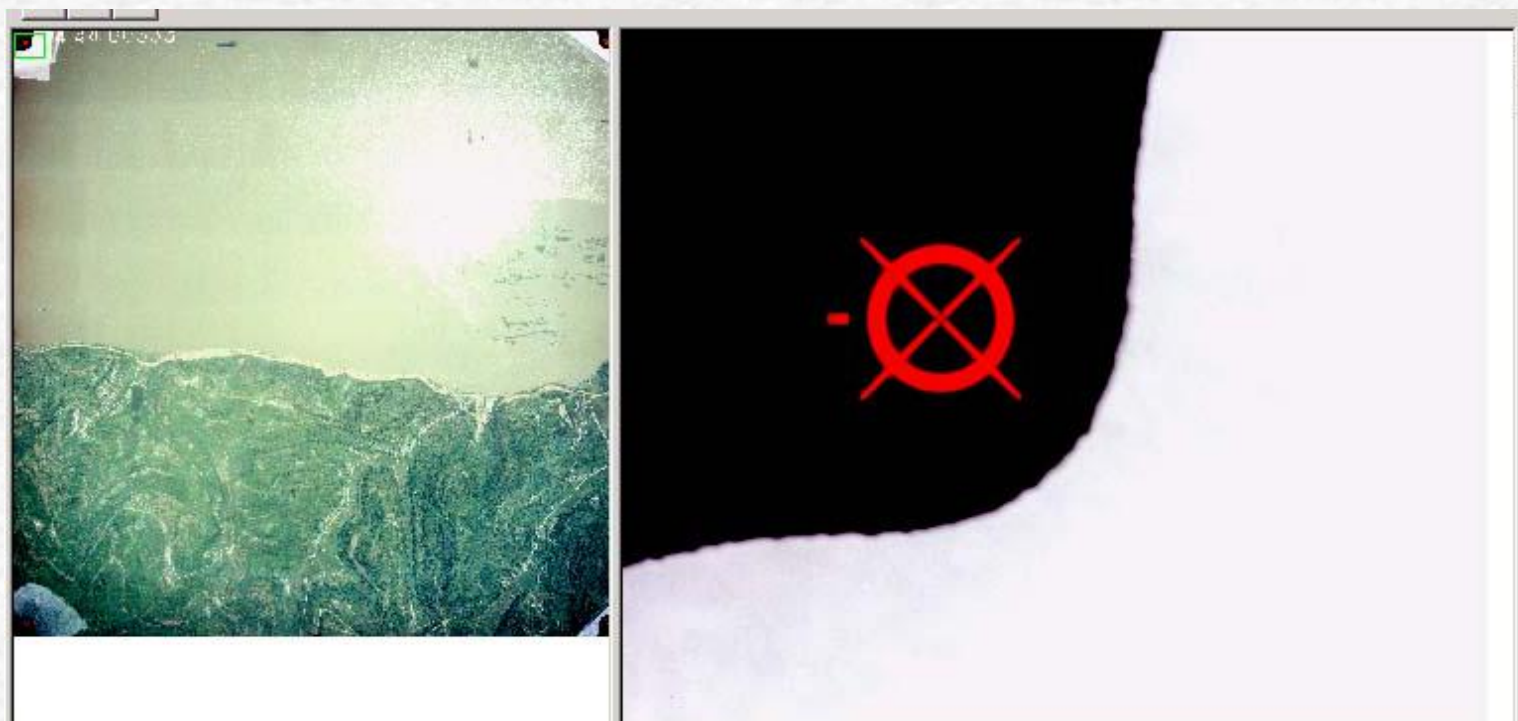
机械框标（或边框标）



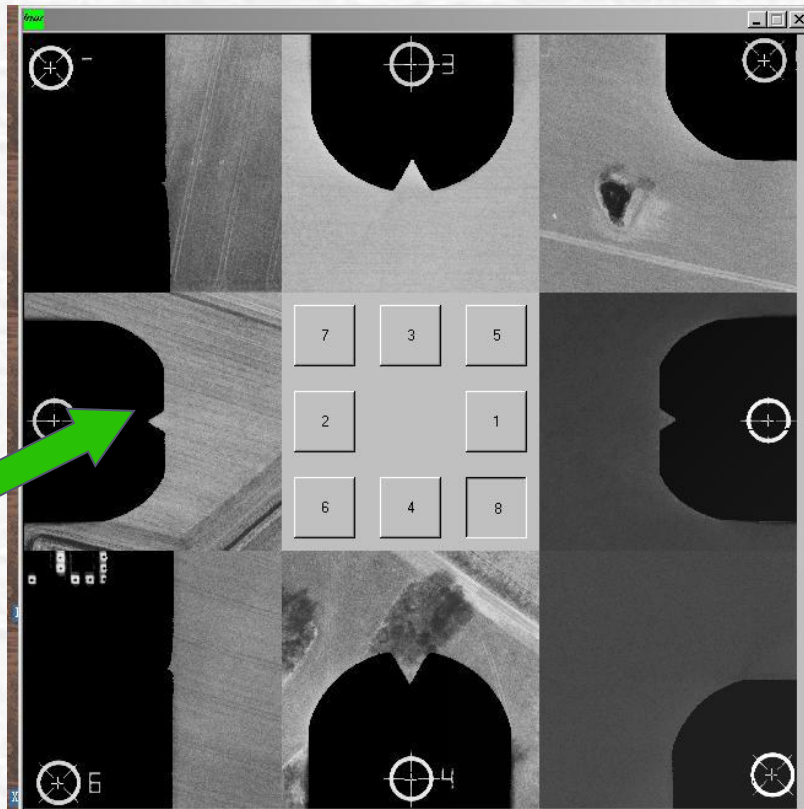
光学框标（或角框标）

航摄像片为量测像片，有光学框标和机械框标(内方位元素已知)

航
摄
像
片



机械框标



IO 参数显示 / 修改

NO	X	Y	dX	dY
1:	16265.305	8182.953	0.0067	0.0024
2:	82.360	8161.588	-0.0048	-0.0004
3:	8163.786	16262.421	-0.0025	-0.0036
4:	8185.020	81.091	-0.0036	0.0012

内定向参数:
X₀ = 8173.403 Y₀ = 8172.447
0.997501 0.001323
-0.001300 0.997621
MX = 0.0040[mm] MY = 0.0022[mm]

自动 手动
测标颜色

左 右 上 下

The screenshot also shows a detailed view of an optical frame marker, which is a white circle with four diagonal lines extending from its center, set against a black background. A green arrow points from the text '光学框标' to this marker.

光学框标

气压计

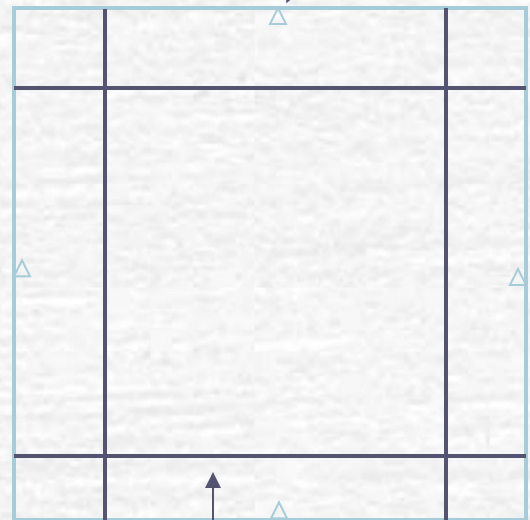
时钟

水准器

AAC



框标



压平线

压平线：像片四边井字形直线叫压平线，其弯曲度说明摄影时感光胶片未压平而产生的影像变形情况。

1154

UA00 3120 159.58



1153

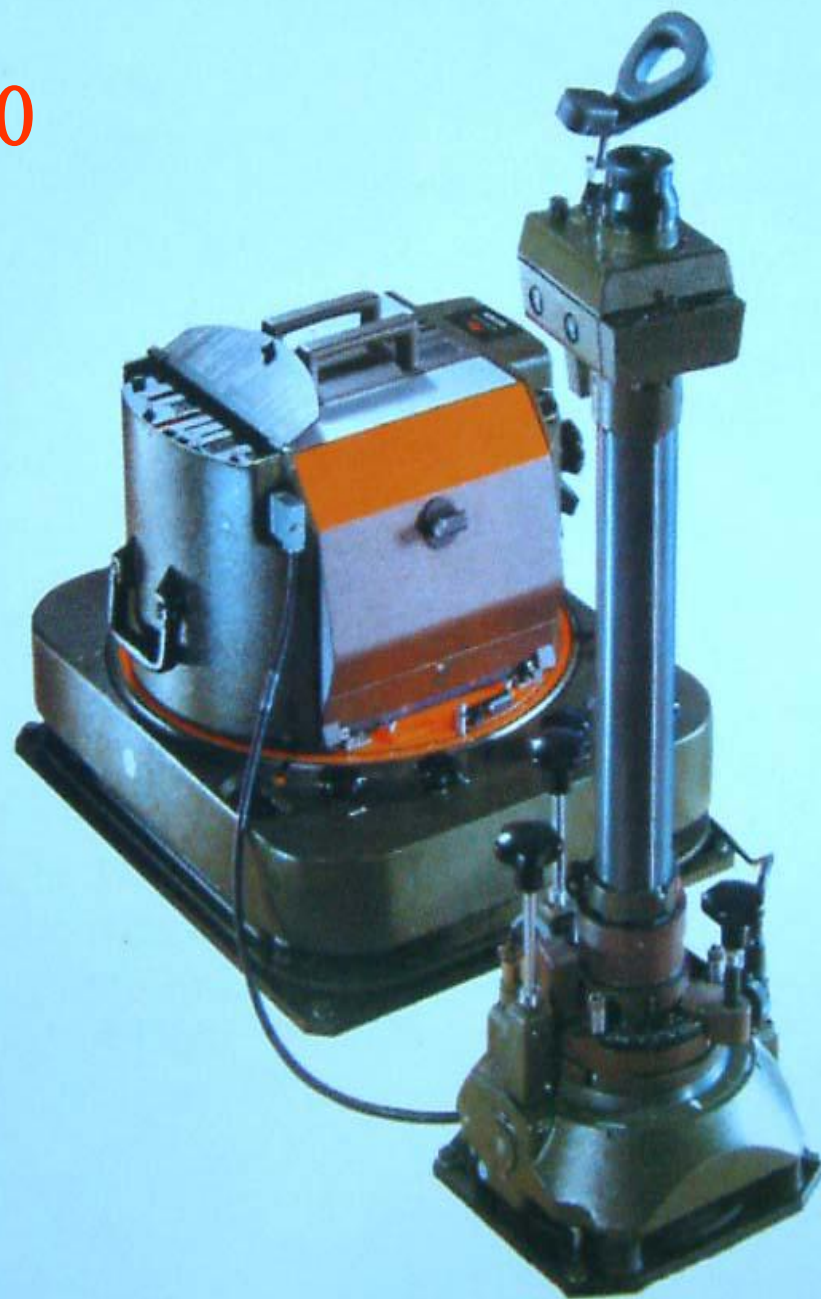
UA00 3120 159.58



0 194



RC30 航空摄影机



基本技术指标

FMC 前进运动补偿

设定在主控机上

压平台运动: 1-64mm/s

最大误差: 640/nm

PEM 自动曝光控制

传感器光谱范围: 400-1000nm

最大灵敏度: 700nm

最大快门速度: 1/100-1/1000s

胶片速度: 32-600, 12步

所有镜筒都可设置F/4光圈

EDI 胶片数据记录

内部数据: 相机状态-电压、快门设置

外部数据: 导航系统包括惯性导航及GPS数据

其他数据: 最多200个字符

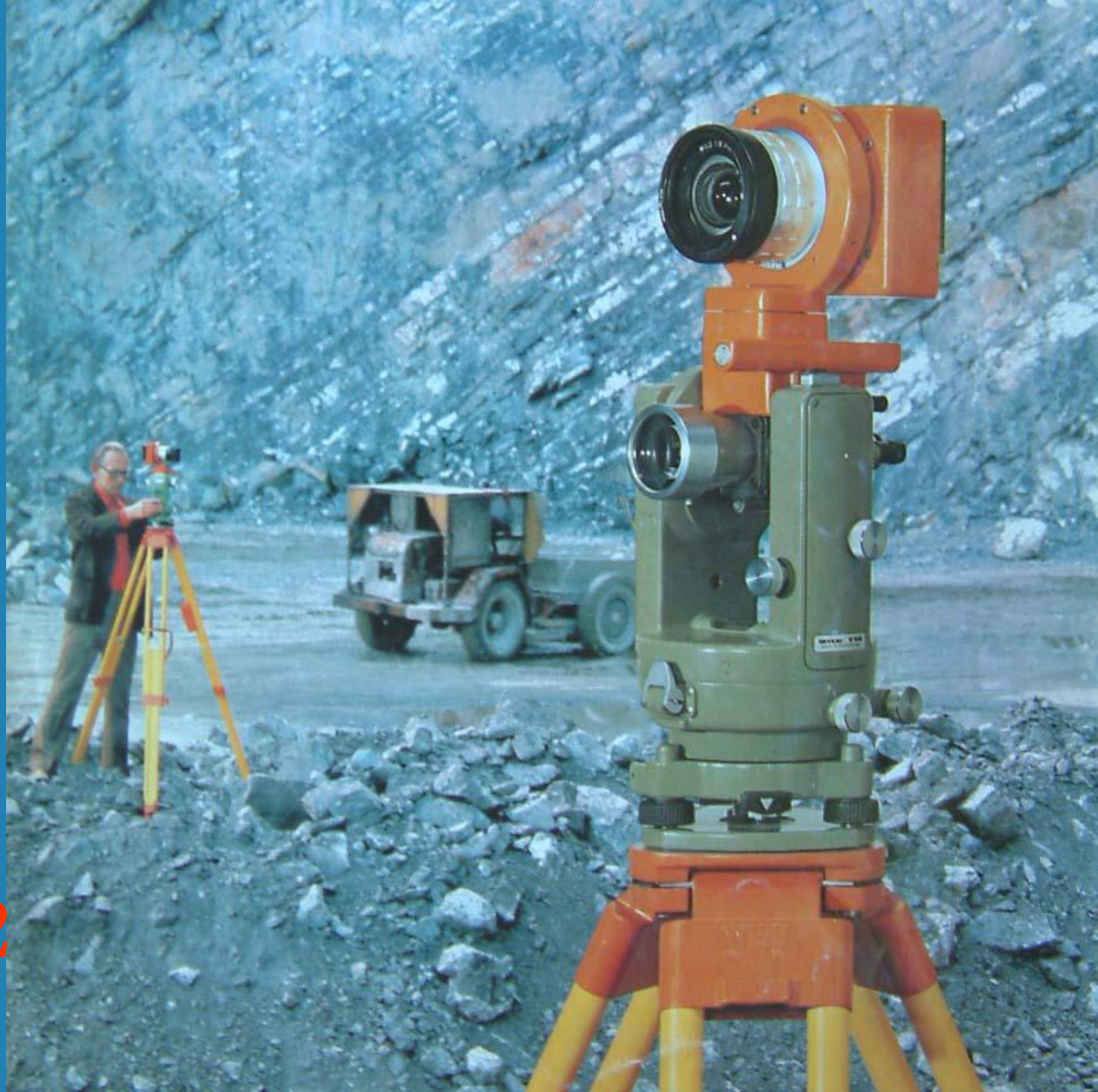
带RS232接口

所有的RC10系列以上的相机暗盒通用

带有88mm、153mm、303mm镜筒

近景摄影机

WILD P32



近景摄影机

WILD P32



二、数字航空摄影机

- ◆ 直接获取数字影像（黑白、天然彩色、彩红外）的测量型数字航摄影仪。
- ◆ 特点：轻便、无需胶片、免冲洗、免扫描、无需人工内定向。
 - 主要用CCD或CMOS作为图像记录的器件，将光信号转换为电信号记录成像，取代了传统照相机的胶片。
- ◆ CCD：（电荷耦合器件）相当于航空胶片，能记录光线的变化，即负责感受镜头捕捉的光线以形成数字图像。
- ◆ CMOS：互补型金属氧化物半导体

- ◆ **CCD**: 红外、紫外摄影，高速摄像和行列式扫描，在消费级相机中基本被**CMOS**取代
- ◆ **CMOS**: (噪点、发热)、**便宜**

相机比较

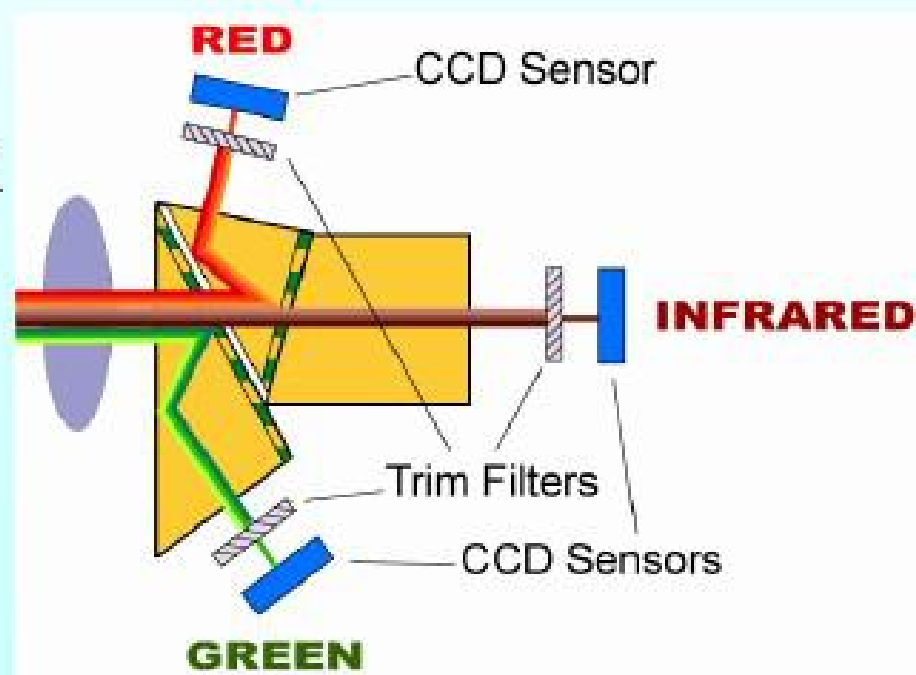
□ 航空数码相机比胶片相机的优越性：

- 多光谱
- 信息冗余
- 影像更清晰 (12-bit)
- 影像更精确
- 无“噪声”
- 便于自动化

相机比较

□ 多光谱

- 具有同时获取全色、真彩色和近红外影像的能力
- 无需重复摄影飞行
- 节省摄影时间和成本



相机比较

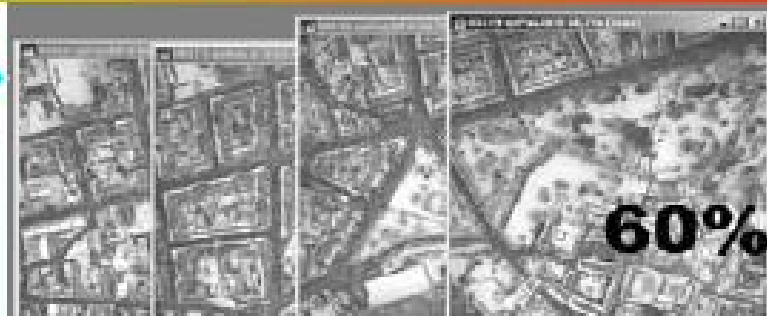
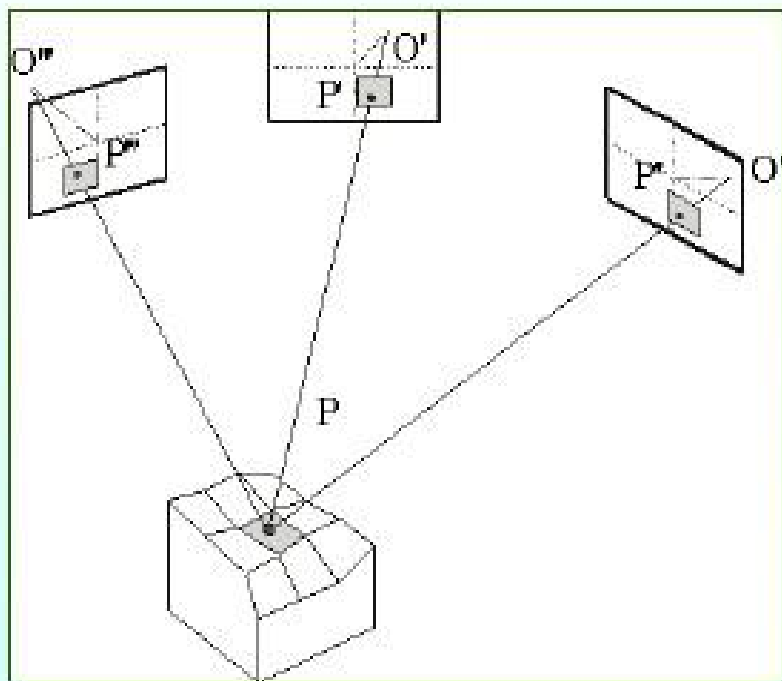
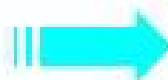
□ 信息冗余

- 重叠度大而无需要增加胶片（数据量大）
- 在城市地区投影差（遮挡）小
- 有利于：
 - 影像间的自动匹配
 - 多片匹配
 - 特征提取和3维重建

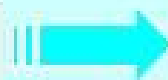


相机比较

传统航空摄影



数字航空摄影



相机比较

□ 影像更清晰

- 数码影像可以为12-bit 或 14-bit （实际为16-bit ）记录，使影像细节更丰富
- 阴影中的细节更清晰

相机比较

□ 影像更精确

- 胶片影像有损精度的环节
 - 相机的机械原因
 - 在显影、定影过程中
 - 在扫描过程中
- 胶片的精度在 **5 ~ 7 μm**
- 数码相机的平均精度可达 **2 μm**
- 数码相机的稳定性更好

相机比较

□ 无“噪声”

- 指在胶片处理和扫描等环节中引入的噪声



Z/I DMC



Leica ADS40



Vexcel UltraCam D



Applanix DSS

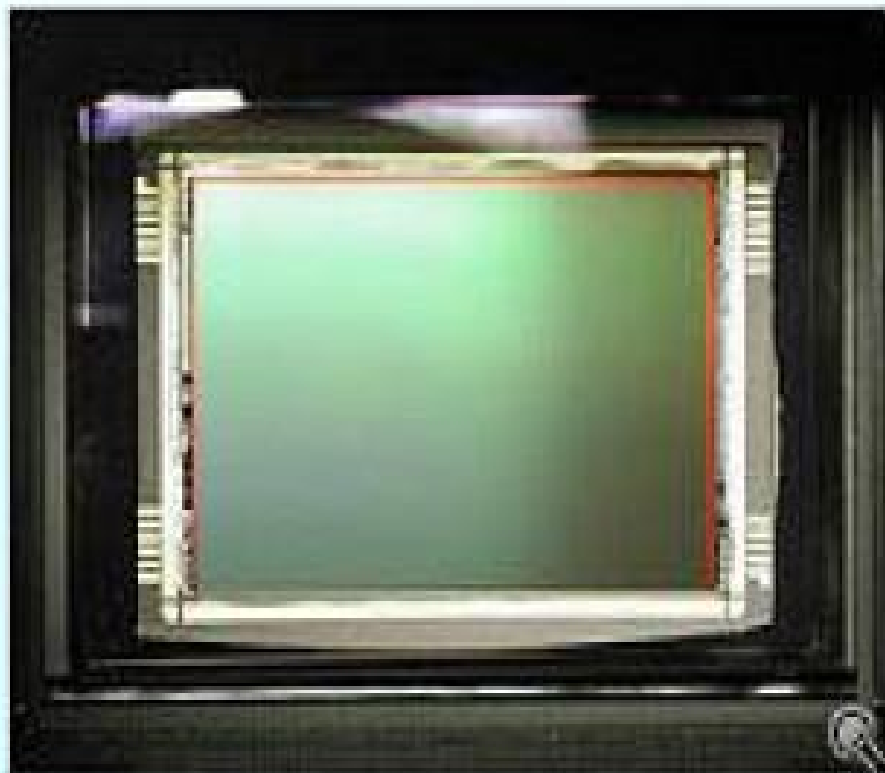


数码航空摄影机类型：

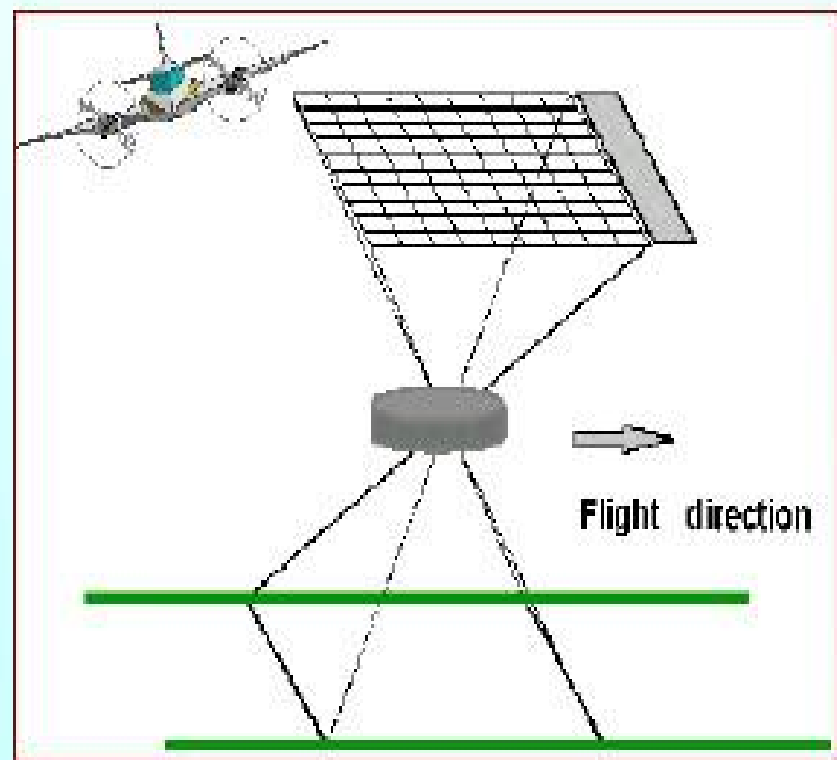
- 1、面阵列摄影机（点中心投影）
- 2、线阵列摄影机（线中心投影）

❑ 数码相机类型

✓ 面阵列 (Matrix camera)

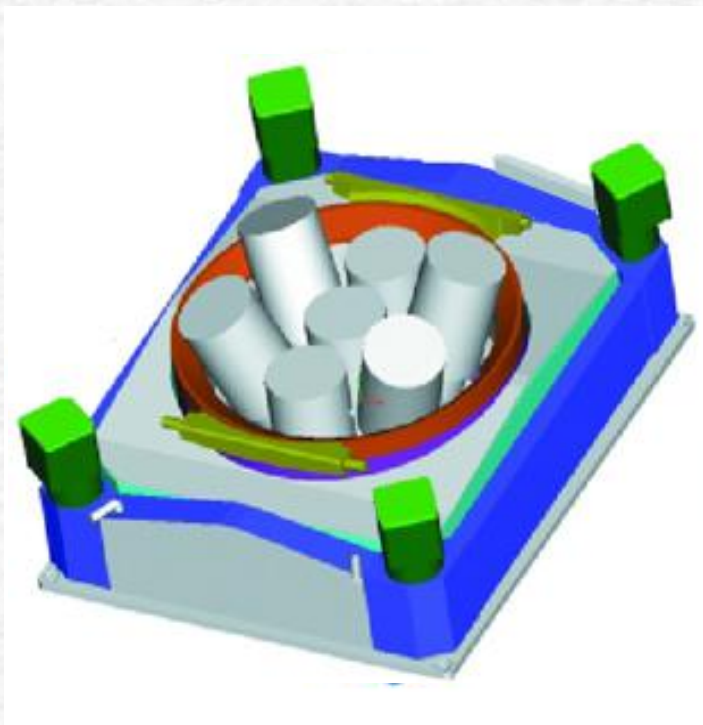


Sensor Types - CCD array



面阵列摄影机

➔ 面阵数字航摄仪



**DMC 面阵数字航摄
仪**



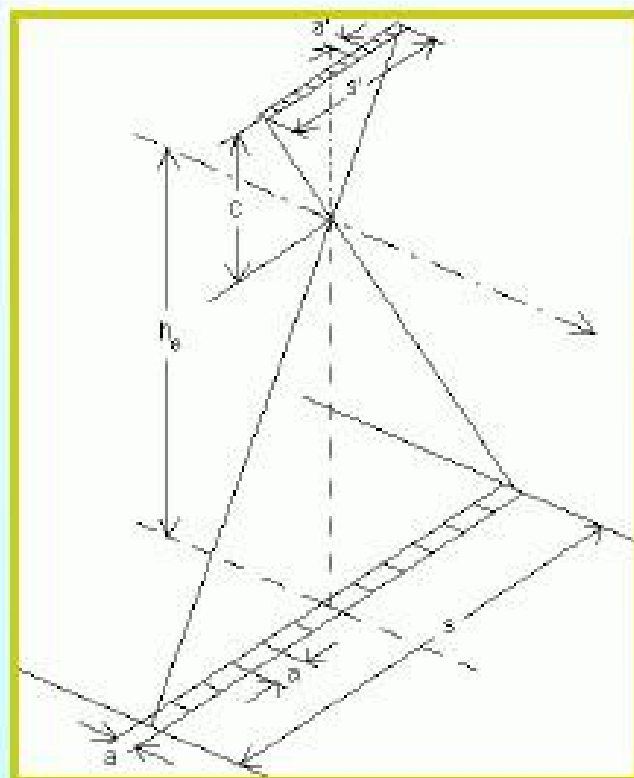
**SWDC 面阵数字航
摄仪**

❑ 数码相机类型

✓ 线阵列 (Line scanner/Pushbroom camera)



Sensor Types - CCD pushbroom



单行线阵列扫描

1、DMC数字航空摄影机

DMC数字航空摄影机：**面阵**CCD技术

- ◆ 8个镜头组成：**4个**全色、**4个**多光谱镜头（RGB+NIR）
- ◆ 4个全色影像**拼合成**1幅具有虚拟中心、固定虚拟焦距的虚拟中心投影合成影像。
- ◆ 4个多光谱镜头获取的影像与全色的“合成”影像进行**融合**，获取高分辨率的天然彩色影像数据或彩红外影像数据。
- ◆ DMC数字航摄仪**一次飞行**可同步获取黑白、真彩色、彩红外相片数据。

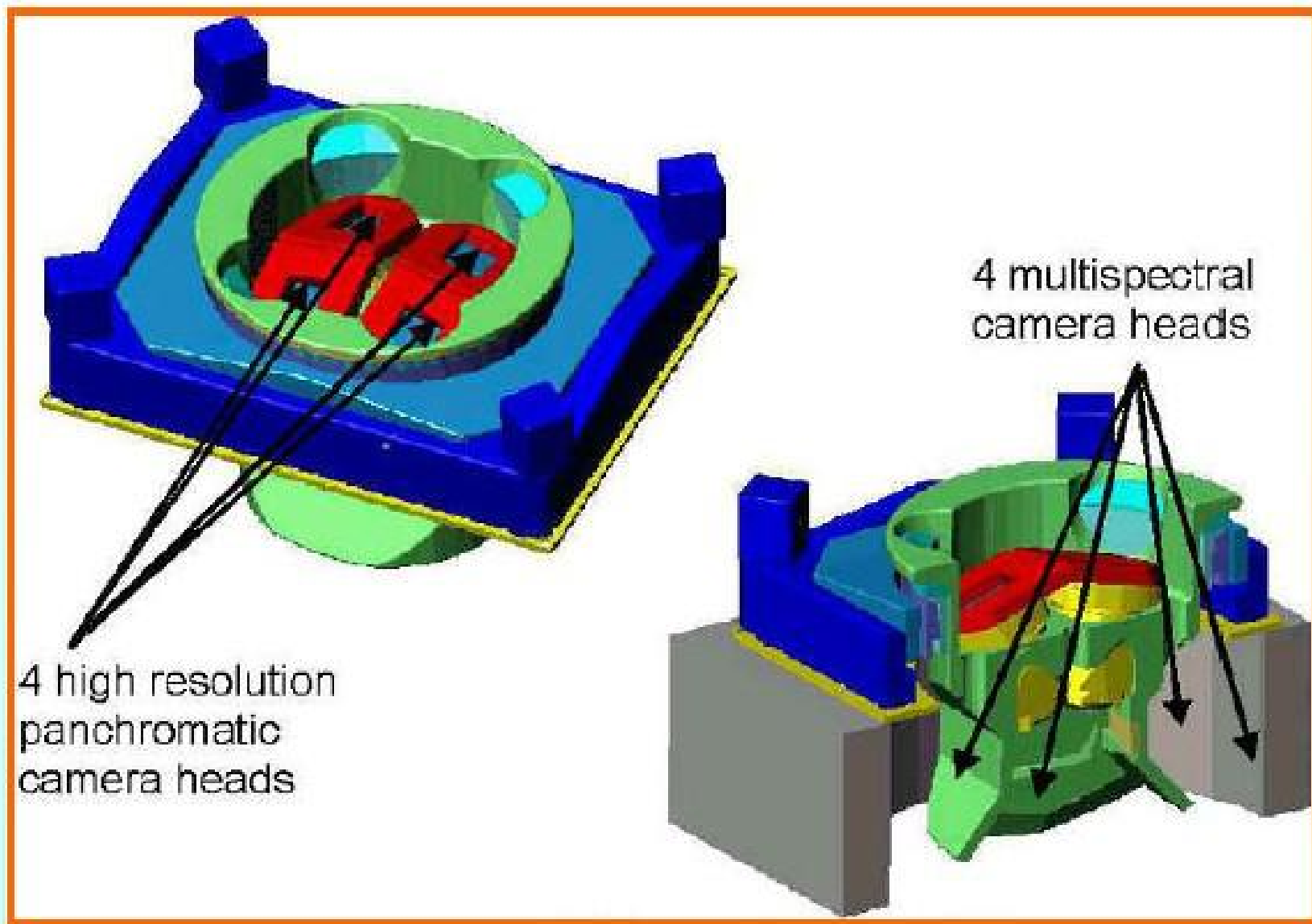
❑ DMC相机（框幅式） (Digital Mapping Camera)

- ✓ 由Z/I image公司生产的DMC相机由8个同时工作的CCD阵列相机构成，其中
- 有4个全色CCD相机头
 - 有4个多光谱CCD相机头

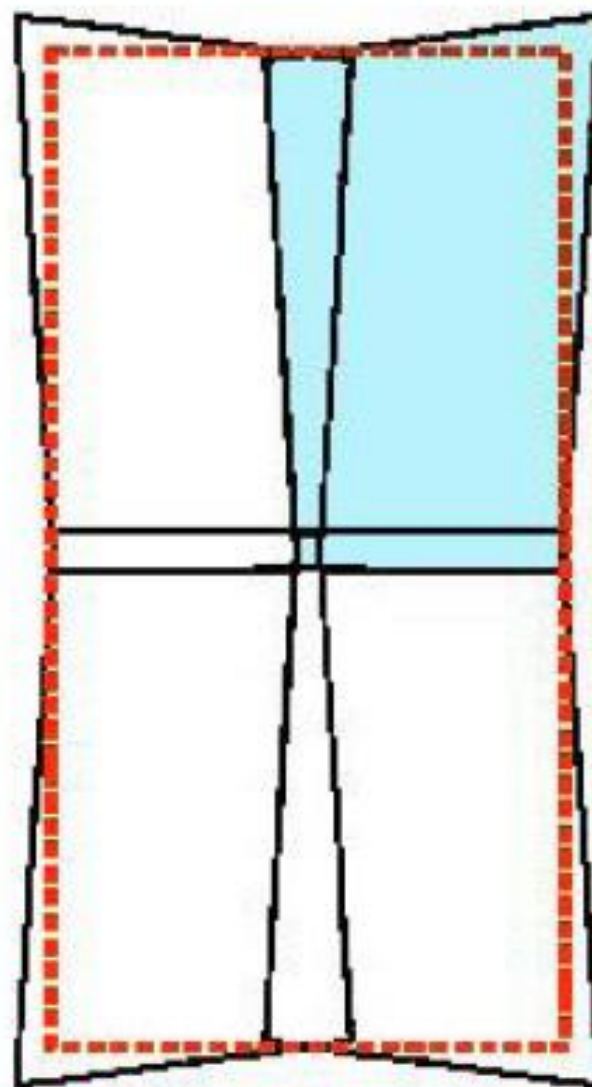
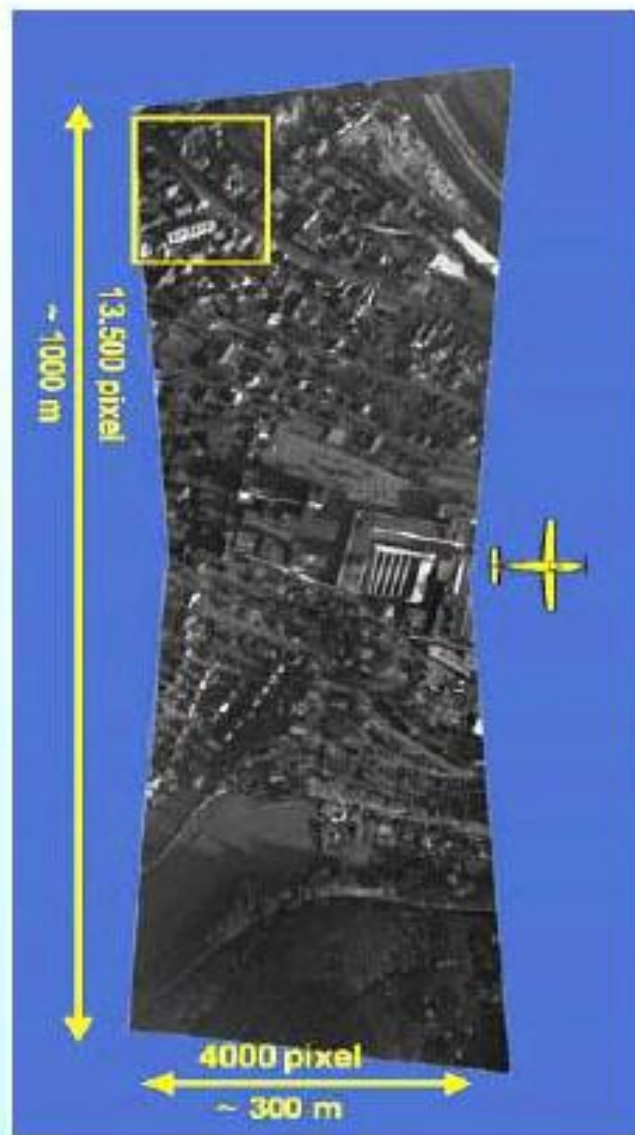
<http://www.ziimaging.com>



数码航空摄影机DMC



数码航空摄影机DMC

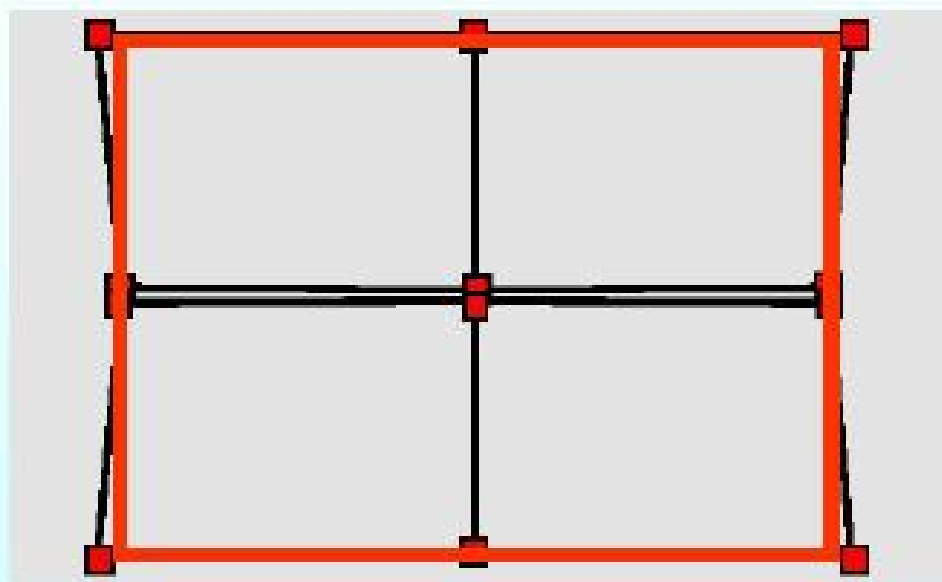
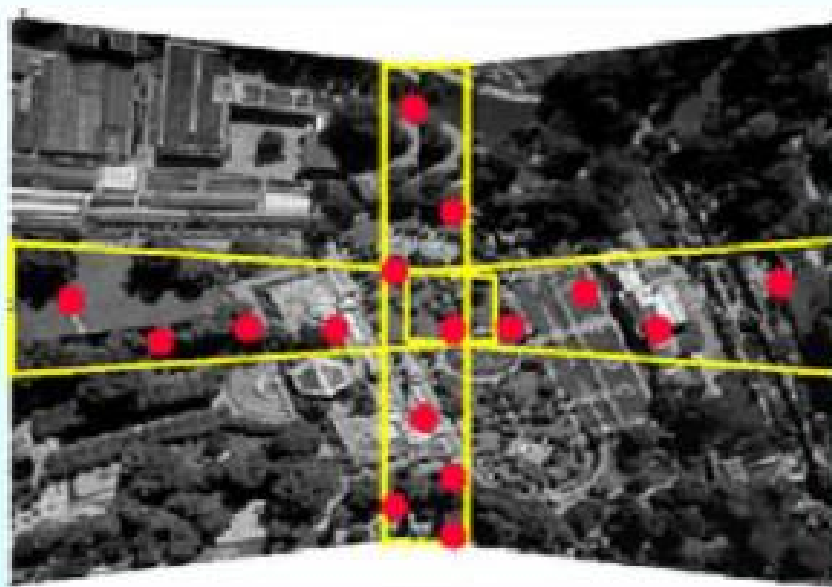


13824
pixel

7680 pixel

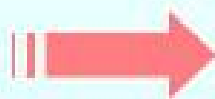
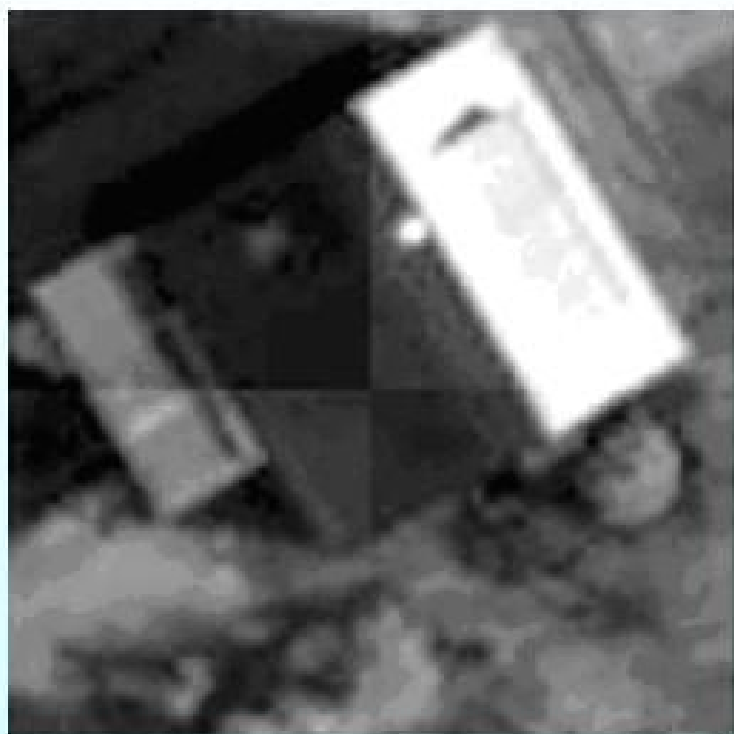
数码航空摄影机DMC

- 用4幅影像镶嵌出一幅虚拟的大面幅影像，使其等效于一幅中心投影的影像。



这样设计的目的是为了能够用4幅影像镶嵌出一幅虚拟的大面幅影像，使其等效于一幅中心投影的影像。由4幅影像镶嵌成一幅Virtual影像时要顾及：几何精度应Seamless且色调一致

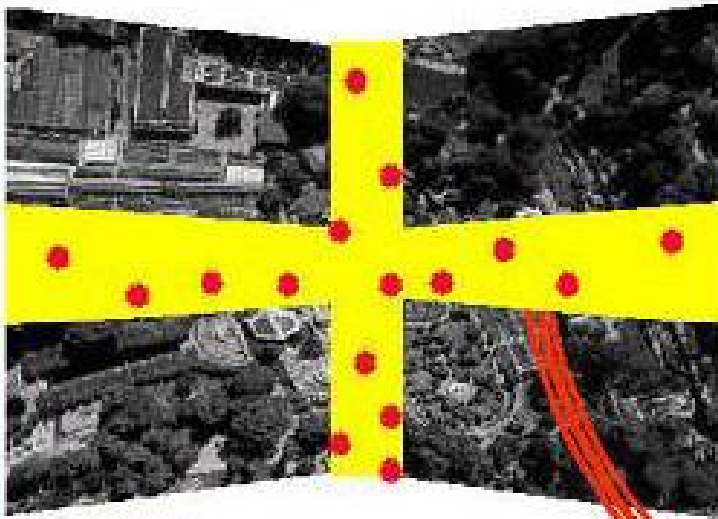
数码航空摄影机DMC



Z/I DMC - 辐射镶嵌 (允光)

数码航空摄影机DMC

4 overlapping images



 tie point area

image mosaicing

- orientation of every camera calibrated
- geometric and radiometric correction
- tie point check
- adjustment
- mosaicing
- fusion with color composite



数码航空摄影机DMC

□ DMC相机主要特点

- 每个框幅的大小是固定的
- 等效框幅大小为 $14,000 \times 8,000$ 像元
- 高达4cm的像元分辨率



2、ADS40数字航空摄影机

ADS40数字航空摄影机:

- ◆ **一次摄影**同时获取多个通道的黑白、彩色和彩红外影像，可**三线阵立体**成像进行立体测图。
- ◆ 该摄影机必须与**IMU/DGPS**系统集成来对每行扫描数据进行校正。
- ◆ 成像方式类似于法国SPOT卫星的推扫式成像。搭载航天平台的传感器而飞行在更低的高度来获取地表信息。
- ◆ 分辨率：1cm-10cm。
- ◆ 中小比例制图需求的数字航摄系统

➔ 线阵数字航摄仪

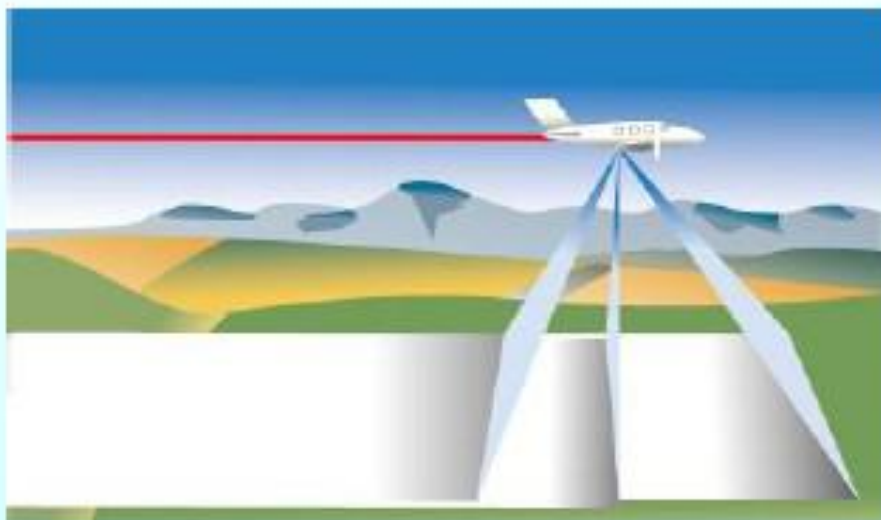


ADS40 数字航摄仪

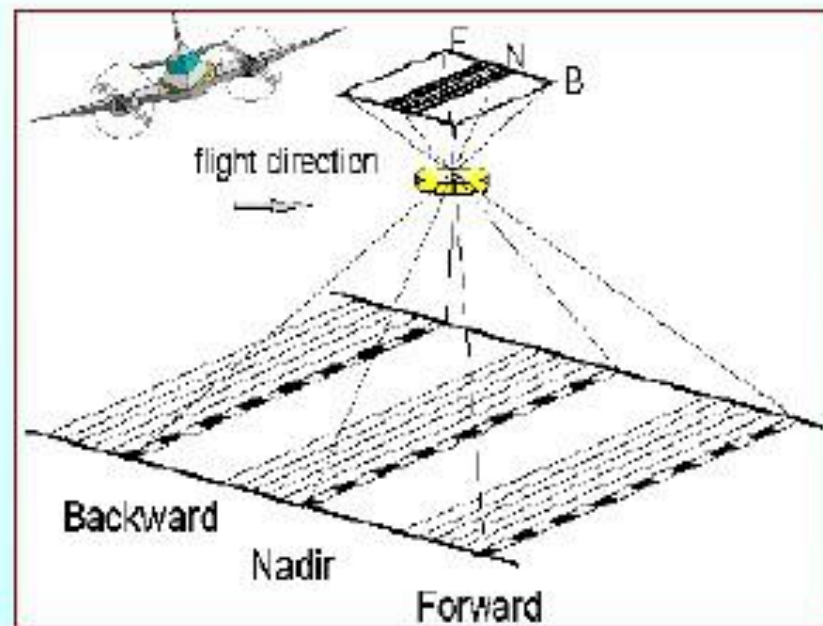


- 基于线阵传感器
- 三线阵推扫式扫描
- 全色、RGB和近红外（NIR）
- POS系统集成了GPS 和 IMU

□ Line geometry



3-line array scanner



三行线阵列扫描

2、ADS40数字航空摄影机

特点:

- ◆ ADS40采用**单个**镜头成像，DMC多镜头感光拼合成像。**原理更简单、故障率更低、检校更方便。**
- ◆ ADS40采用**分光镜**组建，能尽可能减少入射光能量损失，可见光可以分出**RGB三种色光**。
- ◆ ADS特别的镜头和光路设计能实现波长范围的选择。
- ◆ 与DMC相比，ADS40采用的是CCD线阵式传感器。

□ **ADS40相机：**
(Airborne Digital Sensor)

✓ 由Leica Geosystem 和
德国DLR 合作生产



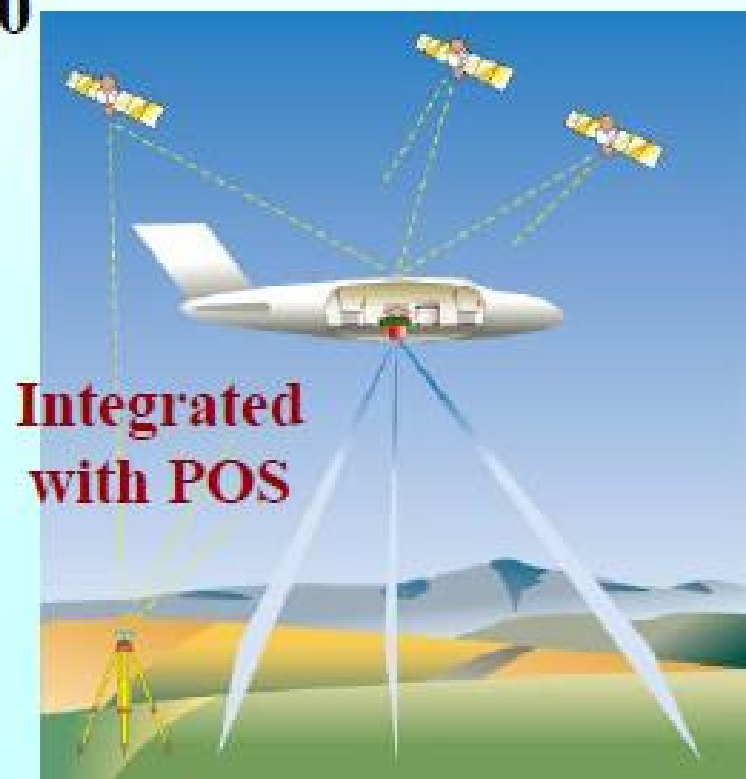
ADS40

<http://www.lh-systems.com>

数码航空摄影机ADS40

□ ADS40相机（线阵式）

- ✓ 属于 3 行在线CCD阵列相机：
28°前视、垂直下视、14°后视
- ✓ 每个CCD行阵列像元素为12000
- ✓ 地面分辨率可达5cm/pixel



数码航空摄影机ADS40

□ ADS40相机主要特点

- 多行“推扫”技术
- 每行达12,000 CCD像元
- 连续成像
- 沿飞行方向无投影差
- 高达5 cm的像元分辨率
- 依赖于 GPS/IMU



二、非量测相机

由于数字摄影测量的发展，摄影测量学的领域更加扩大了，只要物体被摄成影像，都可以使用摄影测量技术解决某一方面的问题。因此，除了使用专用的航空摄影机外，也使用非量测相机。

➤ 优点:

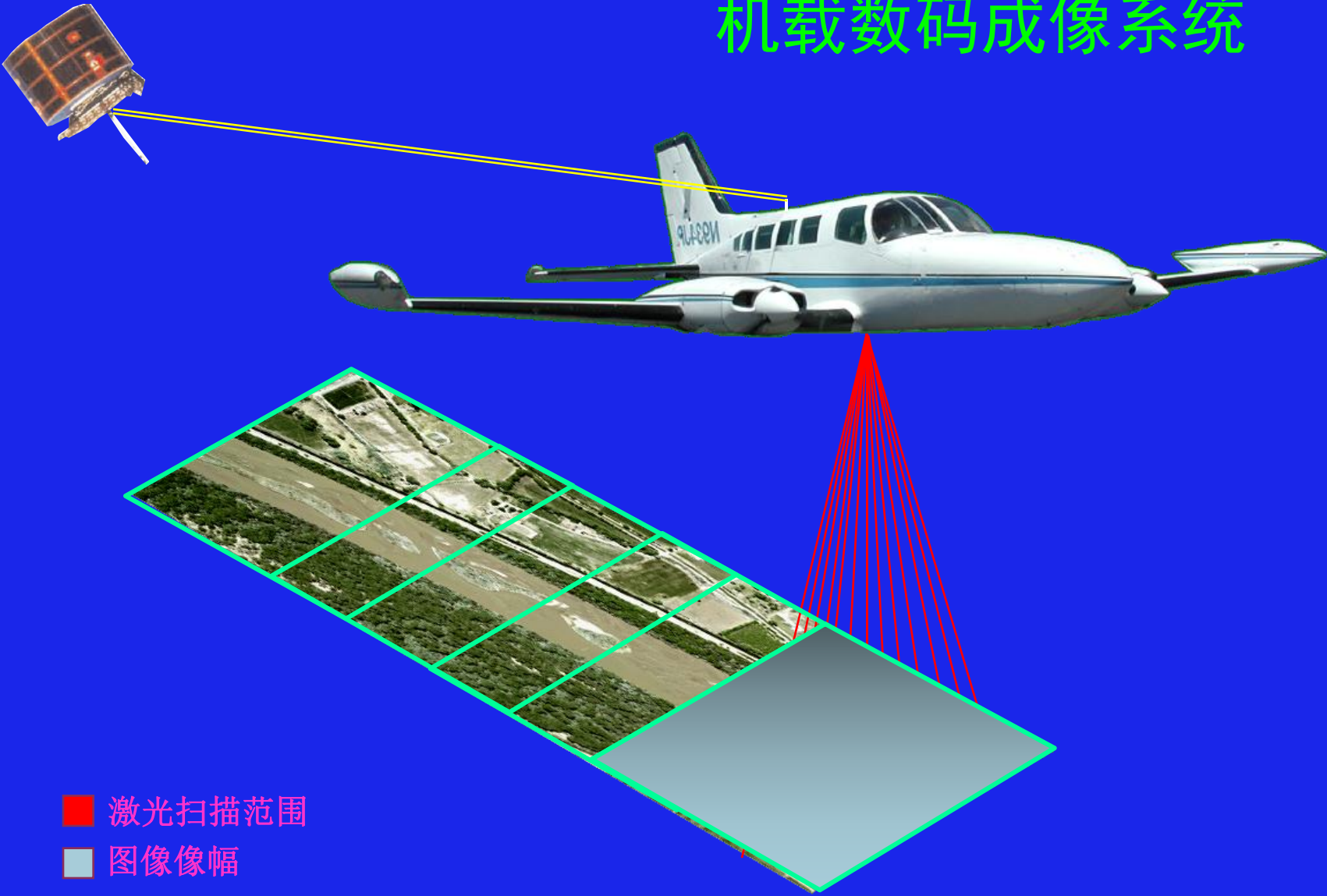
- ✓ 直接存储数字影像，缩短作业周期
- ✓ 无底片变形问题
- ✓ 价格低、易普及、方便灵活
- ✓ 调焦范围大、任意方向摄影
- ✓ 满足特殊需要：遥控、水下、高空

➤ 缺点:

- ✓ 光学畸变差大，图象质量较差
- ✓ 无框标装置
- ✓ 成像面积小：小比例尺成像



机载数码成像系统



- 激光扫描范围
- 图像像幅

生产实验—航摄飞行



飞机：运5（无自动驾驶系统）

导航显示屏：1个

机组人员：4人（正、副驾驶，摄影员2人）

地面基站：每站1人



无人飞行器影像获取系统



国土资源部

无人机遥感监测系统 Unmanned Air Vehicle for Remote sensing

土地利用动态监测
海洋环境监测
灾情监测
危险区域空中监测
污染监测
低空遥感采样
景区空中摄影



数码相机



三轴稳定平台



地面监控系统

无人机遥感监测系统由无人驾驶飞行器、数码相机（或轻型光学传感器、成像光谱仪等）、稳定平台、GPS导航定位装置、遥控/程控系统及地面测控站组成，是一种高机动性低成本的小型化、专用化遥感监测系统。可广泛用于土地利用动态监测、矿产资源监测、地质环境与灾害勘查、地形图更新与地籍测量、海洋资源与环境监测、灾情监测、农业、林业、电力、交通、公安、军事等领域。

2.2 遥感影像

◆ **遥感**：是指通过某种传感器装置，在不与被研究对象直接接触的情况下，获取其特征信息（一般是电磁波的反射辐射和发射辐射），并对这些信息进行提取、加工、表达和应用的一门科学和技术。

◆ **遥感分类**：

电磁波分：可见光、红外、微波。

感测目标的能源分：主动式和被动式

传感器：航空摄影机、全景摄影机、多光谱摄影机、多光谱扫描仪、专题制图仪、反束光导摄像、HRV扫描仪、合成孔径侧视雷达等。

遥感软件：Erdas、Envi、PCI、ilwis

一、目前遥感技术发展特点

1. 追求高空间分辨率
2. 追求更精细的光谱分辨率
3. 综合多种遥感器的遥感卫星平台
4. 多波段、多极化、多模式合成孔径雷达卫星
5. 斜视、立体观测、干涉测量技术的发展

二、常用的遥感影像卫星

1. 陆地卫星 (Landsat)
2. 法国spot卫星
3. 美国Ikonos卫星
4. 美国Quickbird卫星
5. ERS卫星
6. 加拿大雷达卫星Radarsat
7. 中巴资源卫星CBERS-1

§ 2-2 遥感影像获取

二、常用的遥感卫星

(1)、陆地卫星 (Landsat)

第一颗陆地卫星是美国1972年发射的，是世界上第一次发射的真正的地球观察卫星。迄今共发射了8颗卫星，但第6颗发射失败，现在运行的是第5号\第七号\第八号卫星。Landsat陆地卫星包含了五种类型的传感器，分别是反束光摄像机 (RBV)，多光谱扫描仪 (MSS)，专题成像仪 (TM)，增强专题成像仪 (ETM) 以及增强专题 成像仪+ (ETM+)。

其轨道高度约705km，为近圆形太阳同步轨道，运行一圈约99分钟，每16天覆盖全球一次。

§ 2-2 遥感影像获取

第四、第五颗卫星的多波段扫描仪的地面分辨率是80m，专题成像仪TM (Thematic Mapper) 除第6波段为120m外，其他都是30m。

陆地卫星7号于1999年4月15日由美国航空航天局发射，携带了增强型专题成像传感器 (ETM+)。它是陆地星-6的改进型。ETM影像数据可用来制作与更新1:10万、1:25万地图。

目前，Landsat遥感影像数据可以在网上免费获得。用户通过美国NASA的EROS (Earth Resources Observation and Science Center, 美国地球资源观测中心) (<http://glovis.usgs.gov/>) 免费下载这些数据。

§ 2-2 遥感影像获取

美国陆地卫星 (LANDSAT)



Landsat 遥感影像中国区示意图



§ 2-2 遥感影像获取

(2)、法国SPOT卫星

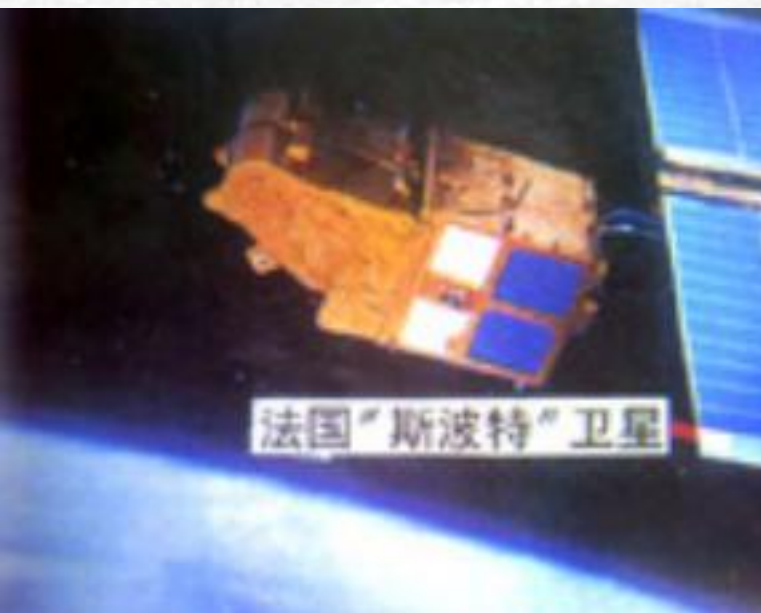
继1986年以来，法国先后发射了斯波特—1-7对地观测卫星。斯波特—1、2、3采用832km高度的太阳同步轨道，轨道重复周期为26天。卫星上装有两台高分辨率可见光相机(HRV)，可获取10m分辨率的全色遥感图像以及20m分辨率的三谱段遥感图像。

斯波特—4卫星遥感器增加了新的中红外谱段，可用于估测植物水分，增强对植物的分类识别能力，并有助于冰雪探测。该卫星还装载了一个植被仪，可连续监测植被情况。

斯波特—5-7是新一代遥感卫星，其分辨率更高，即将向全世界提供服务。目前SPOT卫片的最高分辨率是2.5米，可用来制作与更新1:1万地图。

§ 2-2 遥感影像获取

(2)、法国SPOT卫星



SPOT卫星影像



§ 2-2 遥感影像获取

(3)、美国IKONOS卫星

IKONOS卫星于1999年9月24日发射成功，是世界上第一颗提供高分辨率卫星影像的商业遥感卫星。卫星飞行高度680km，每天绕地球14圈，每3天就可以采集到地球上任何区域0.8米分辨率的图像。星上装有柯达公司制造的数字相机。相机的扫描宽度为11km，可采集1m分辨率的黑白影像和4m分辨率的多波段(红、绿、蓝、近红外)影像。由于其分辨率高、覆盖周期短，故在军事和民用方面均有重要用途。目前IKONOS卫星影像的分辨率是1m，可用于制作与更新1:5000地图。

IKONOS卫星的成功发射不仅实现了提供高清晰度且分辨率达1米的卫星影像，而且开拓了一个新的更快捷，更经济获得最新基础地理信息的途径，更是创立了崭新的商业化卫星影像的标准。

§ 2-2 遥感影像获取

(3)、美国IKONOS卫星



2015年3月31日停止工作

§ 2-2 遥感影像获取



IKONOS (分辨率1米)



§ 2-2 遥感影像获取

(4)、美国Quick bird卫星

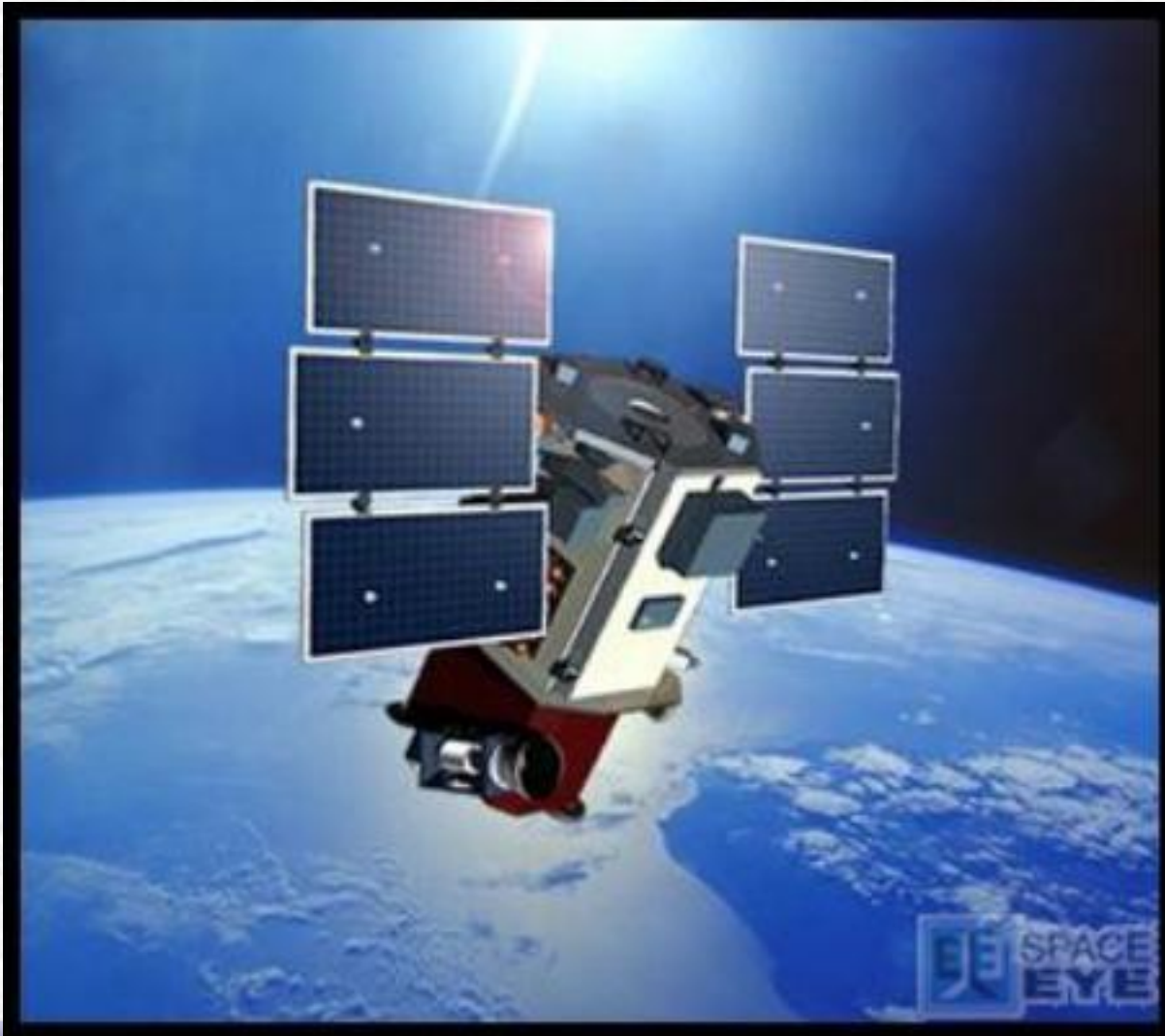
QuickBird卫星是2001年10月18日在美国发射成功的商业卫星，在当时是分辨率最高、性能较优的一颗卫星。它的发射成功意味着遥感进入了一个新的阶段，遥感应用的范围将大为扩展，精度也随之大大提高。

它在空间分辨率为0.61米，多光谱分辨率为2.44米，具有1个全色通道、4个多光谱通道。在没有地面控制点的情况下，地面定位圆误差精度可达23m。

快鸟影像的最高分辨率为0.61m，可以用来制作与更新1:2000比例尺的地图。

§ 2-2 遥感影像获取

(4)、美国Quick bird卫星





§ 2-2 遥感影像获取

(5)、美国GeoEye卫星

GeoEye系列卫星作为IKONOS卫星的升级换代产品，是目前世界上成像能力最强、成像分辨率和精确度最高的商业卫星。卫星的全色影像具有0.41m的空间分辨率，四个波段的多光谱影像具有1.64m的空间分辨率，影像的幅宽也达到了15.2km。

在没有地面控制点的情况下，GeoEye-1单张影像能够提供3m的平面定位精度，立体影像能够提供4m的平面定位精度和6米的高程定位精度。

GeoEye公司已经与Goole公司签订合同，向Goole Eearth提供0.5米分辨率的卫星影像。GeoEye-2卫星计划2011年或2012年发射，将是第三代高分辨率遥感卫星，其全色影像的分辨率可达0.25米。



§ 2-2 遥感影像获取

(6)、WorldView卫星

“WorldView”卫星系统由两颗(WorldView-I和WorldView-II)卫星组成，其中WorldView-I已于2007年发射，WorldView-II于2009年10月份发射。

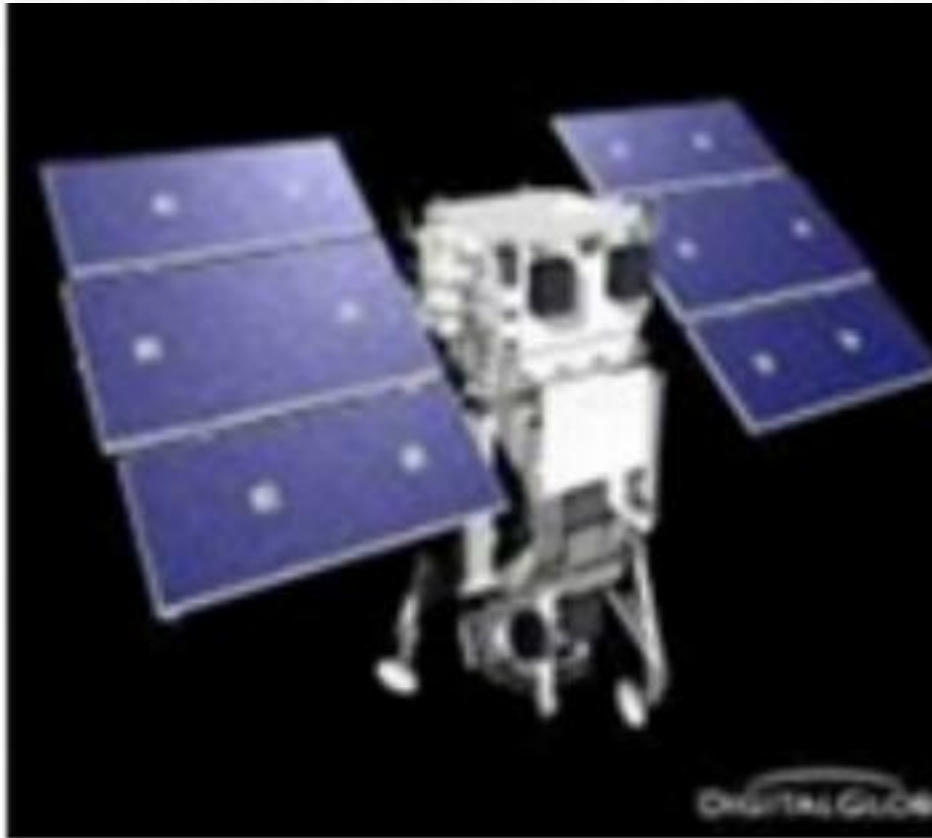
WorldView-I运行在高度450公里的太阳同步轨道上，平均重访周期为1.7天，每天能够拍摄多达50万平方公里的0.5米分辨率图像。卫星还将具备现代化的地理定位精度能力和极佳的响应能力，能够快速瞄准要拍摄的目标和有效地进行同轨立体成像。

WorldView-II运行在770km高的太阳同步轨道上，能够提供0.5米全色图像和1.8米分辨率的多光谱图像。

WorldView卫星对指令的响应速度更快，因此图像的周转时间（从下达成像指令到接收到图像所需的时间）仅为几个小时而不是几天。

§ 2-2 遥感影像获取

WorldView-1

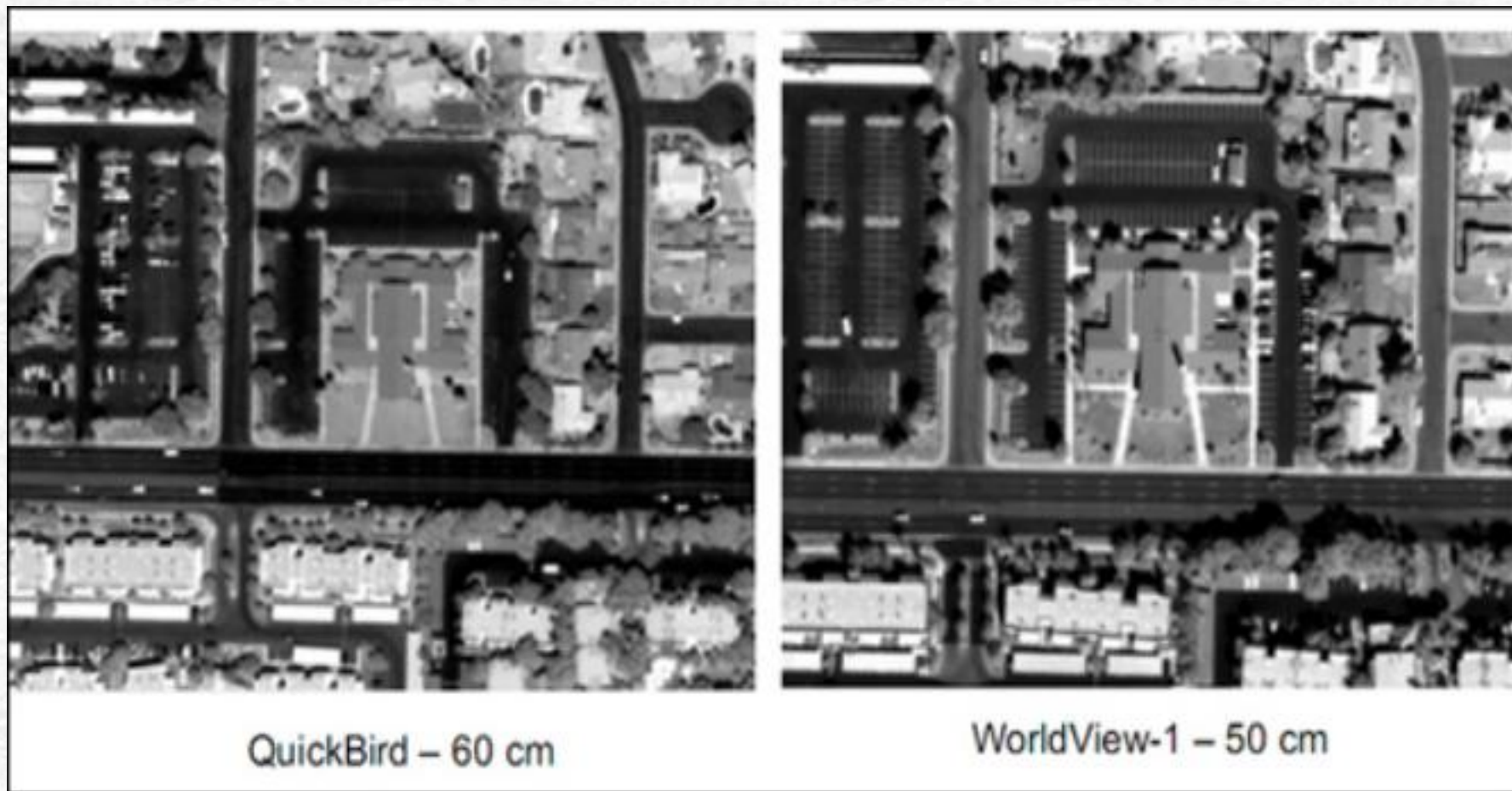


WorldView-2



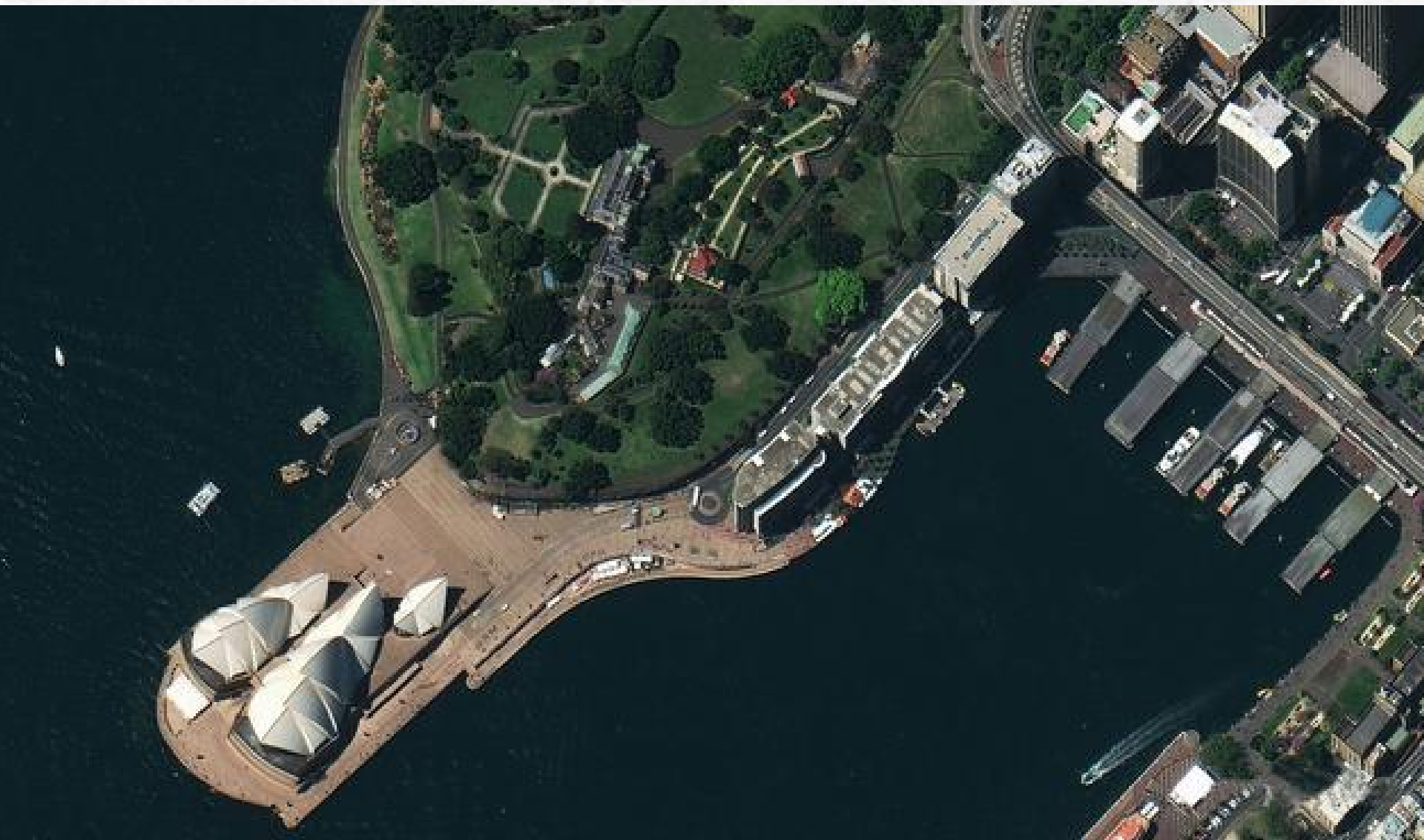
§ 2-2 遥感影像获取

QuickBird 0.6米分辨率图像与WorldView-1 0.5米分辨率图像对比



§ 2-2 遥感影像获取

WorldView-1 全色与多光谱融合图像



§ 2-2 遥感影像获取

(7)、中巴资源卫星 (CBERS-1)

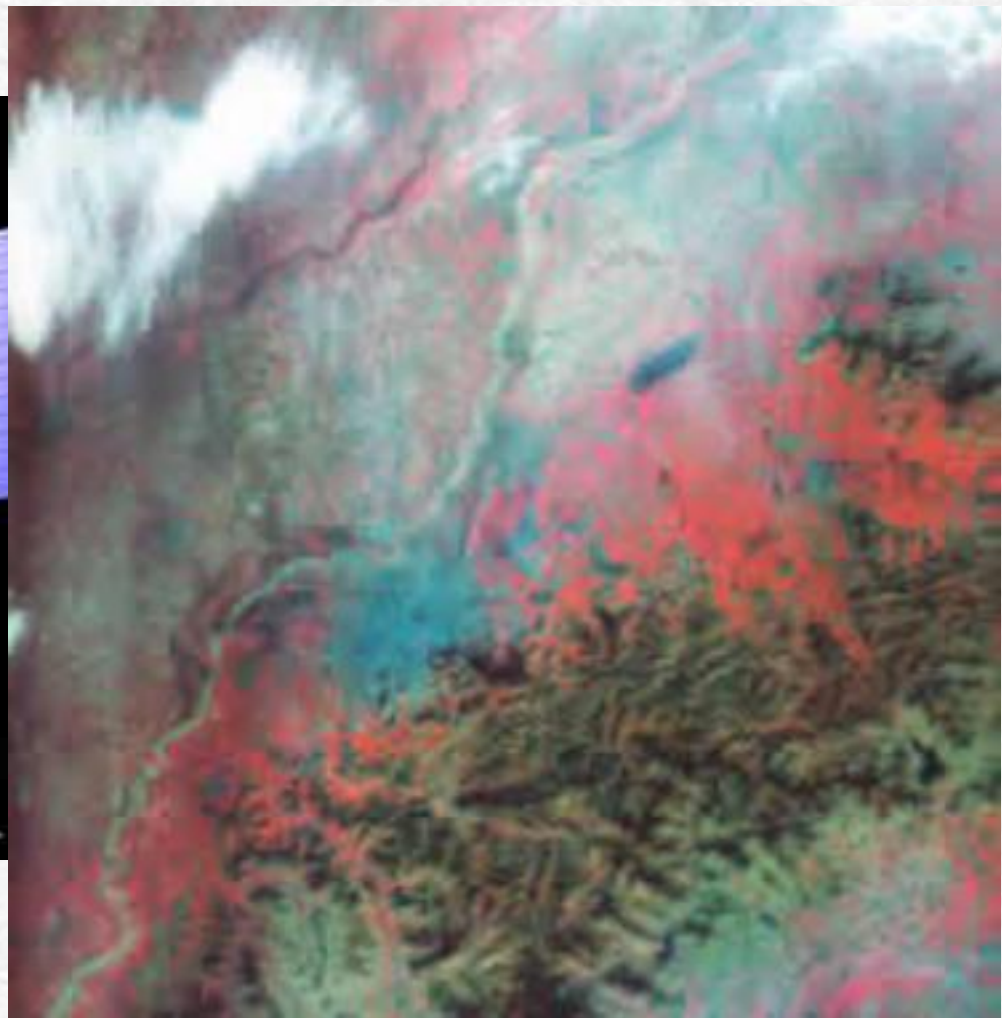
中巴资源卫星于1999年升空，是我国第一代传输型地球资源卫星，它运行于太阳同步轨道，轨道高度778km。提供了从20~256m分辨率的11个波段不同幅宽的遥感数据。

中巴资源卫星在我国国民经济的主要用途是：其图像产品可用来监测国土资源的变化，每年更新全国土地利用图；测量耕地面积，估计森林蓄积量，农作物长势、产量和草场载蓄量及每年变化；监测自然和人为灾害；快速查清洪涝、地震、林火和风沙等破坏情况，估计损失，提出对策；对沿海经济开发、滩涂利用、水产养殖、环境污染提供动态情报；同时勘探地下资源、圈定黄金、石油、煤炭和建材等资源区，监督资源的合理开发。它在我国国民经济中发挥强有力的作用。

§ 2-2 遥感影像获取

黄河三角洲

中巴资源卫星 (CBERS-1)



§ 2-2 遥感影像获取

利用中巴地球资源卫星拍摄的上海世博会场馆及周边地区卫星遥感影像数据。

在遥感影像中,可以观察到世博中心、中国馆、主题馆、演艺中心等世博园区四大永久建筑

