摄影测量与遥感

袁修孝教授

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

讲解内容

1. 绪论
2. 测绘航空摄影
3. 摄影测量基础
4. 遥感基础
5. 处理系统
6. 航测外业
7. 4D产品生产

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncki.com
2010.09

注册测绘师资格考试辅导

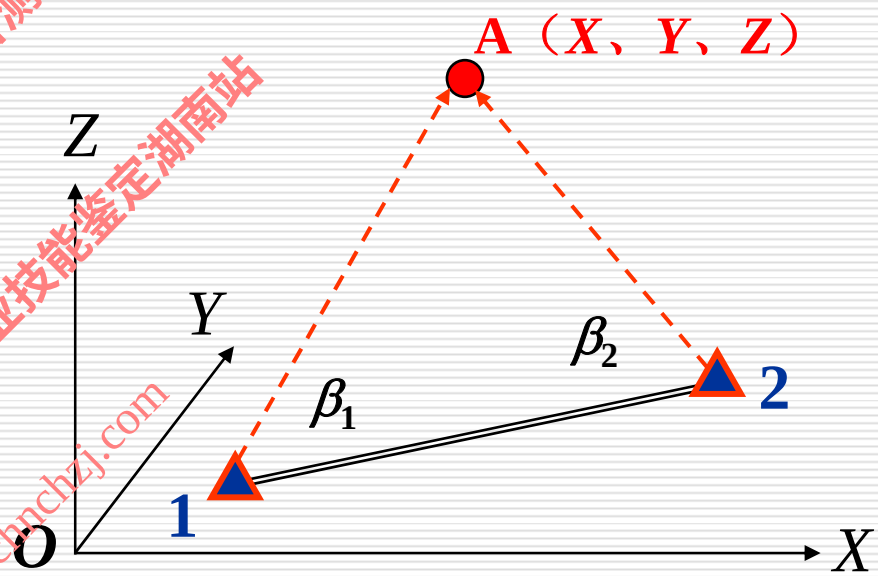


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

1

❖ 绪　论



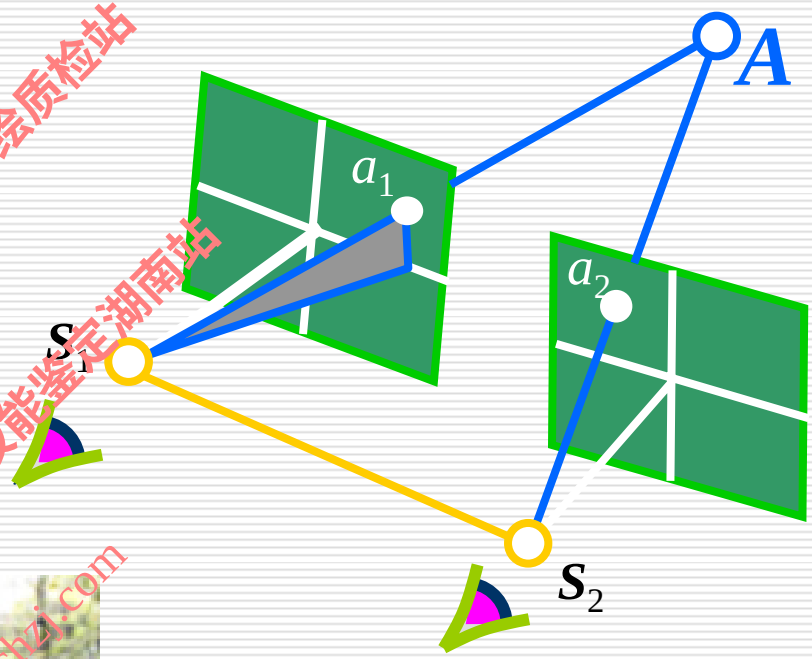


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09







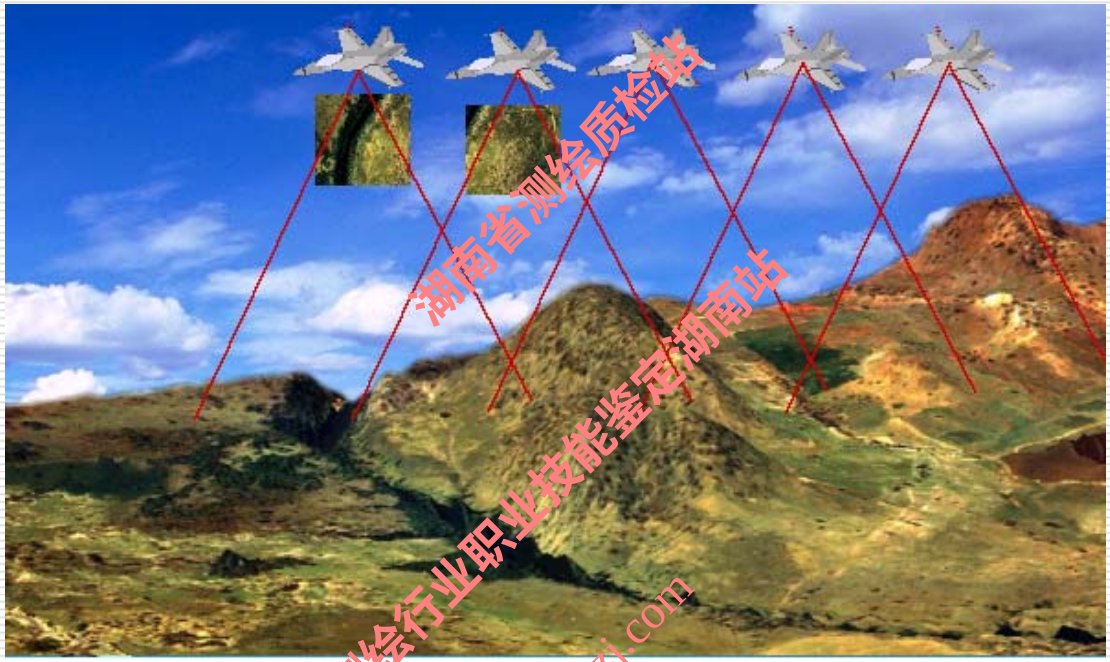


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.cmchzj.com
2010.09

先摄影

后测量

摄影测量的定义



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

摄影测量学 (Photogrammetry) 是利用光学摄影机获取的像片，研究和确定被摄物体的形状、大小、位置、特性及其相互关系的一门学科

摄影测量的分类

按距离远近

- 航天摄影测量
- 航空摄影测量
- 地面摄影测量
- 近景摄影测量
- 显微摄影测量

按　用　途

- 地　形摄影测量
- 非地形摄影测量

按处理方法

- 模拟摄影测量
- 解析摄影测量
- 数字摄影测量

湖南省测绘论坛站 测绘行业职业技能鉴定指定网站 www.chnchzjy.com 2010.8

- 地形测量领域

——— 各种比例尺的地形图、专题图、特种地图、正射影像地图、景观图

——— 建立各种数据库

——— 提供地理信息系统和土地信息系统所需要的基础数据

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnsbzj.com
2010.09

摄影测量的任务

- **非地形测量领域**
  - 生物医学
  - 公安侦破
  - 古文物
  - 古建筑
  - 变形监测
  - 军事侦察
  - 矿山工程

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

摄影测量的发展历程

从1851年法国陆军上校劳赛斯提出并进行交会摄影测量算起，摄影测量学已经走过了160年的历程：

- 模拟摄影测量（1851-1960’s）
- 解析摄影测量（1950’s-1980’s）
- 数字摄影测量（1970’s-现在）

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncmj.com
2010.09

摄影测量三个发展阶段的特点

发展阶段	原始资料	投影方式	仪器	操作方式	产品
模拟摄影测量	像片	物理投影	模拟测图仪	人工操作	模拟产品
解析摄影测量	像片	数字投影	解析测图仪	机助作业员操作	模拟产品 数字产品
数字摄影测量	数字化影像 数字影像	数字投影	数字计算机	自动化操作 +人工干预	模拟产品 数字产品

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

航空摄影测量的作业流程

航空摄影

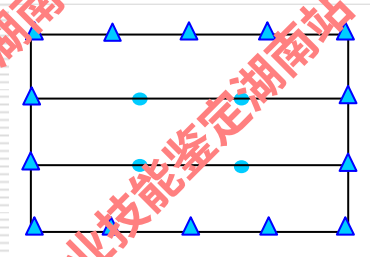
航测外业

内业加密

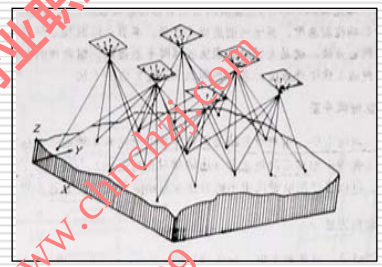
4D产品生产



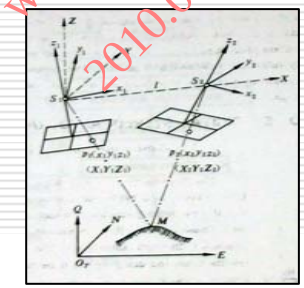
航空影像



像控点连测获 GCPs
像片 调绘得地物属性



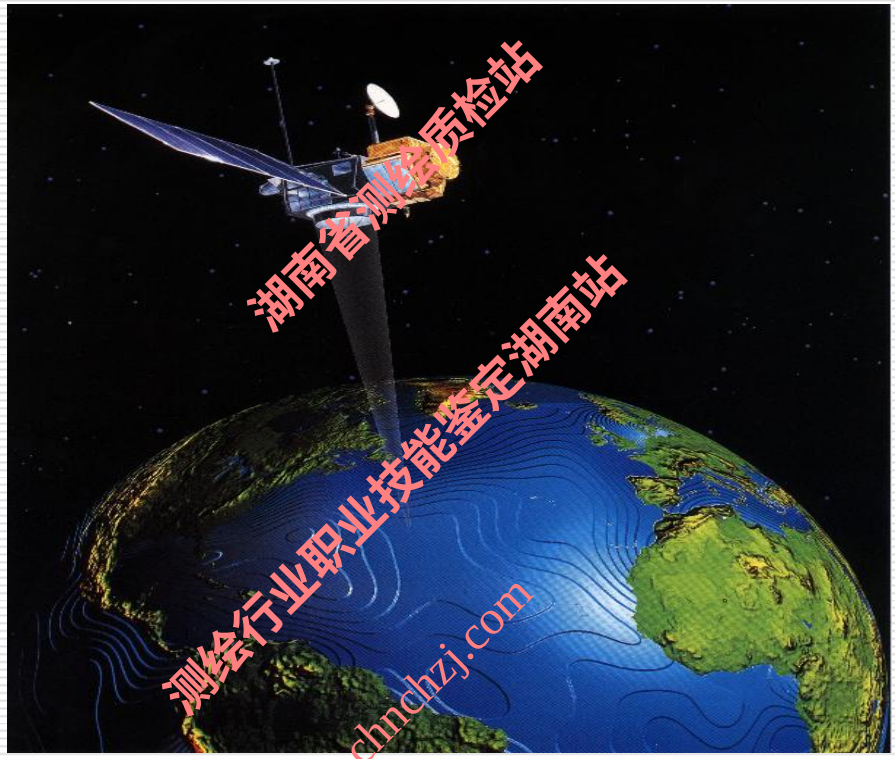
解算像片外方位元素
$X_S, Y_S, Z_S, \varphi, \omega, \kappa$



前方交会解算地面点坐标

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncehui.com
2010.09

遥感的定义



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

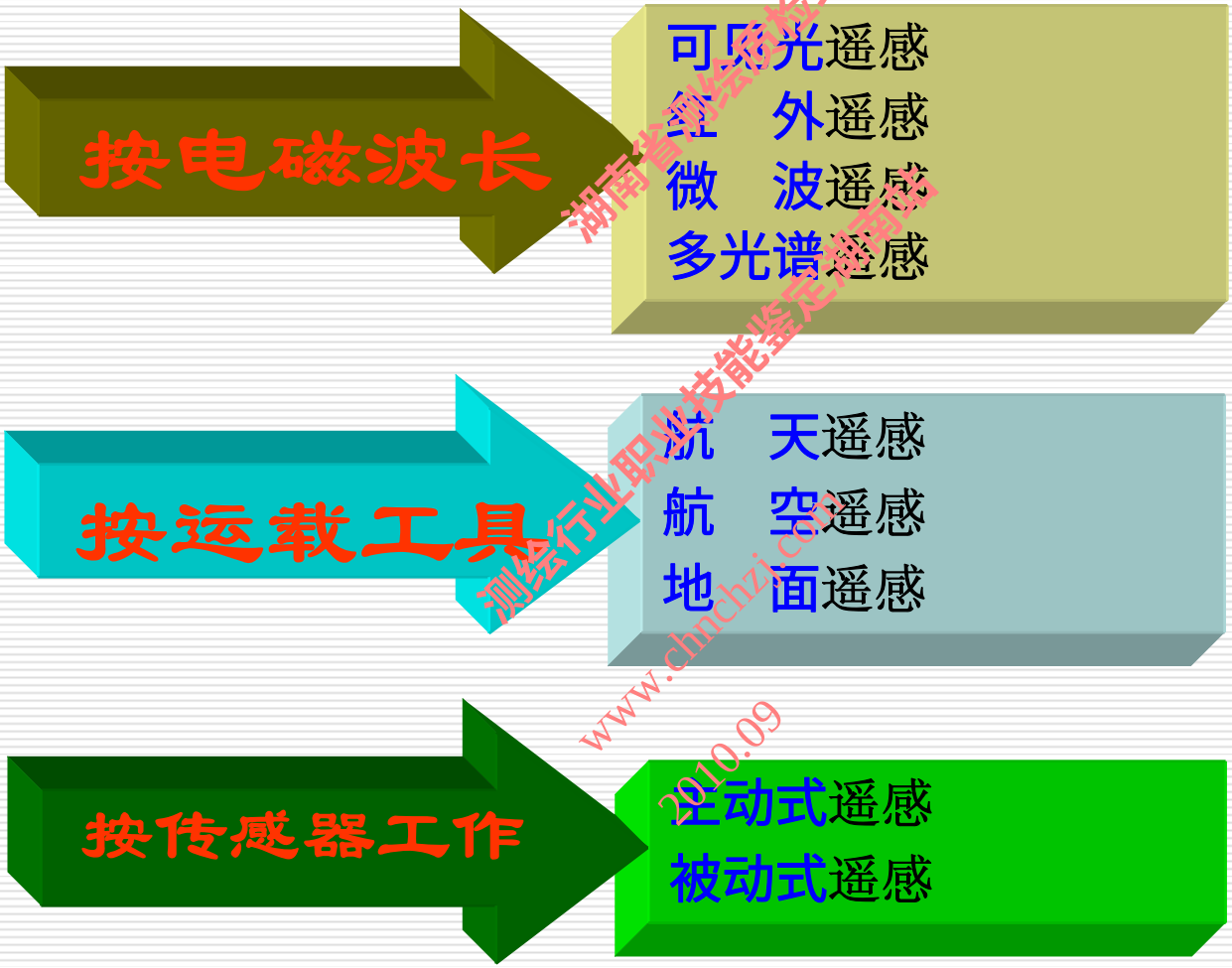
遥感(Remote Sensing)是指通过非接触传感器遥测物体的几何与物理特性的一门学科

遥感的产生

- 1957年，第一颗人造卫星发射升空
- 1962年，“遥感(Remote Sensing)”名词诞生
- 1972年，美国陆地资源卫星（Landsat）发射成功，星上搭载了多光谱扫描仪（MSS）等新型传感器，获得了大量的地球表面数字影像

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2016.09

遥感的分类



湖南省测绘职业技能鉴定考试网站
测绘行业职业技能鉴定考试网站
www.chnchzj.com
2010.09

摄影测量与遥感的关系

遥感技术为摄影测量提供了多种数据来源，从而扩大了摄影测量的应用领域：

- 框幅式光学摄影机：黑白（传统）
- 框幅式光学摄影机：彩色、彩红外
- 条带式光学摄影机：缝隙、全景
- 光机扫描仪：红外、多光谱、高光谱
- CCD扫描仪：线阵列、面阵列
- 合成孔径雷达：SAR、InSAR

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncehzj.com
2010.09

摄影测量成熟的理论与方法对遥感技术起推动作用：

- 解析摄影测量理论可以用于遥感图像的高精度几何定位和几何纠正
- 数字影像匹配理论可以用于多源、多时相、多分辨率遥感影像的融合和几何配准
- DEM、地形测量和专题图等数据库是支持和改善遥感图像分类的有效信息
- 像片判读和遥感图像分类的自动化和智能化是摄影测量与遥感技术的共同研究课题

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnsmzj.com
2010.09

摄影测量与遥感的关系

包括像片判读在内的摄影测量学的发展历史就是遥感的发展历史，而遥感技术则是传统摄影测量学发展的必然趋势，两者的有机结合已成为对地观测的重要手段，是地理信息系统（GIS）技术中数据采集和更新的重要手段！

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzjc.com
2010.09

1988年ISPRS在日本京都第16届大会上定义：

摄影测量与遥感（Photogrammetry and Remote Sensing）是对非接触传感器系统获得的影像及其数字表达进行记录、量测和解译，从而获得自然物体及其环境的可靠信息的一门工艺、科学和技术

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

摄影测量与遥感的任务



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

摄影测量与遥感的特点

- 无需接触物体本身而获得被摄物体的信息
- 由二维影像重建三维目标
- 面采集数据方式
- 同时提取物体的几何与物理特性

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

注册测绘师资格考试辅导

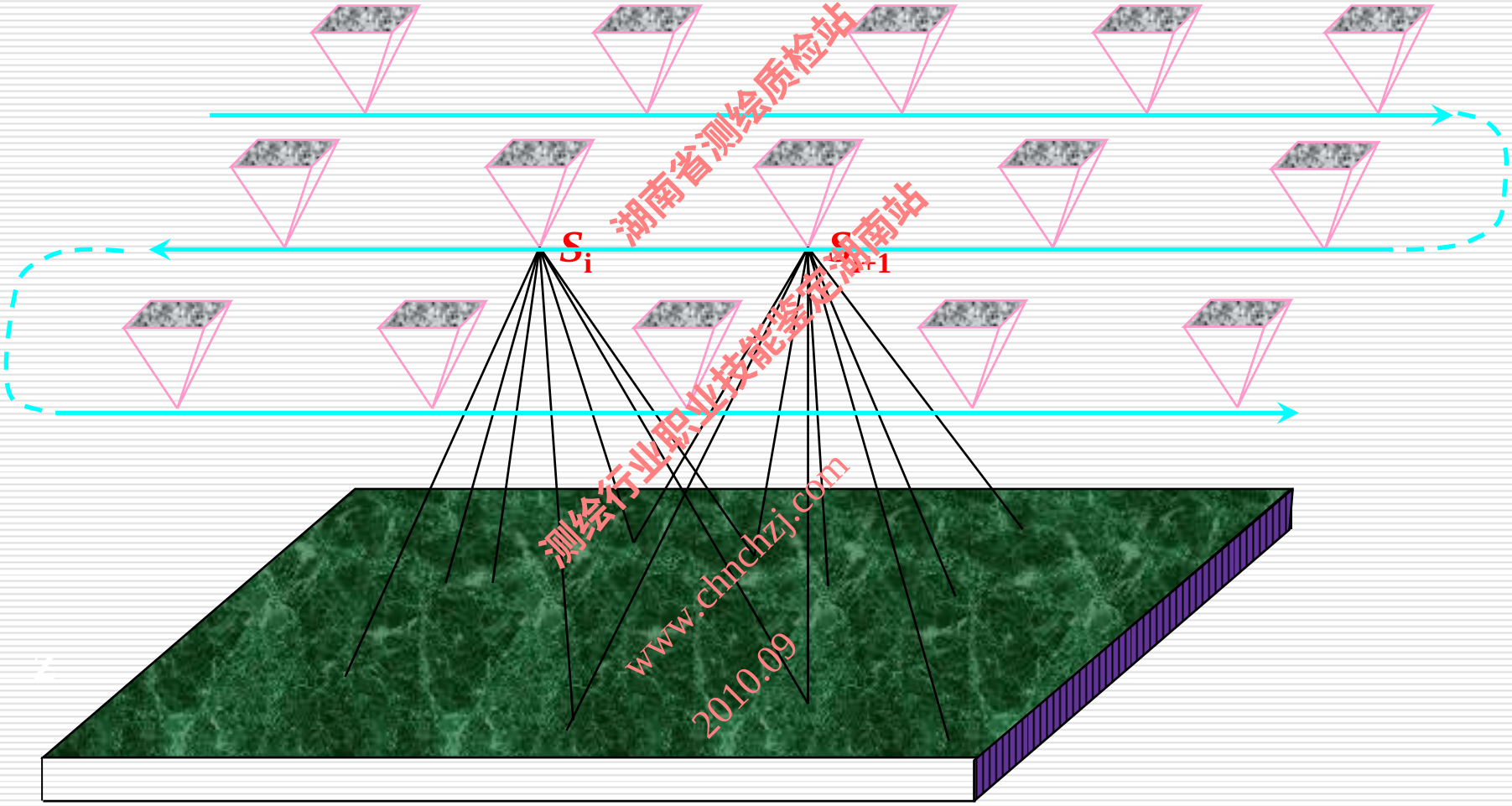


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

2

- 测绘航空摄影





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

胶片航摄仪



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

我国目前使用的有

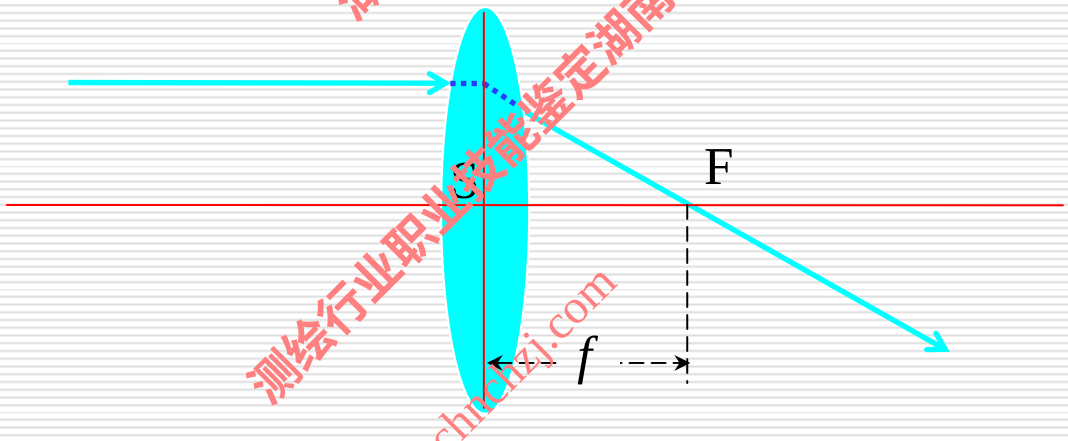
RC型

RMK型

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

像片主距



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncehzj.com
2010.09

长焦距：（主距>255mm）

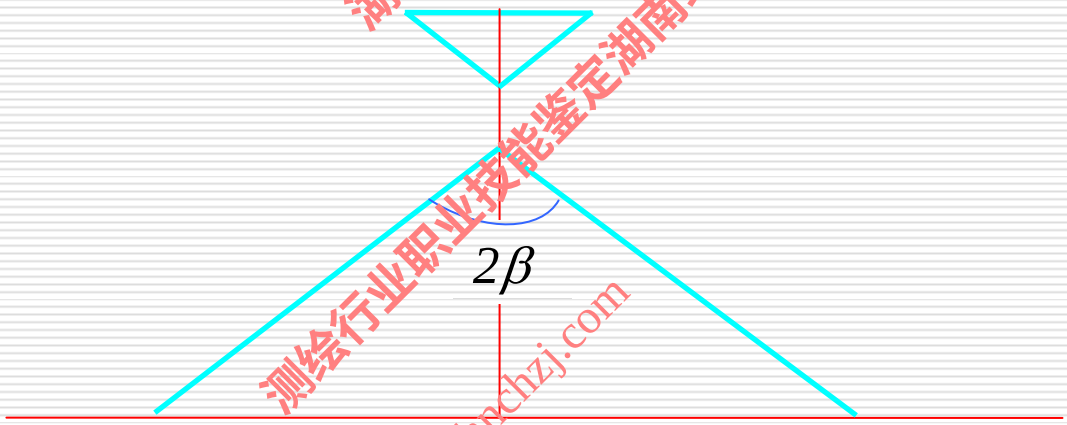
中焦距：（主距=102～255mm）

短焦距：（主距<102mm）

像场：物镜焦面上中央成像清晰的范围

像场角：像场直径对物镜后节点的夹角

像场角



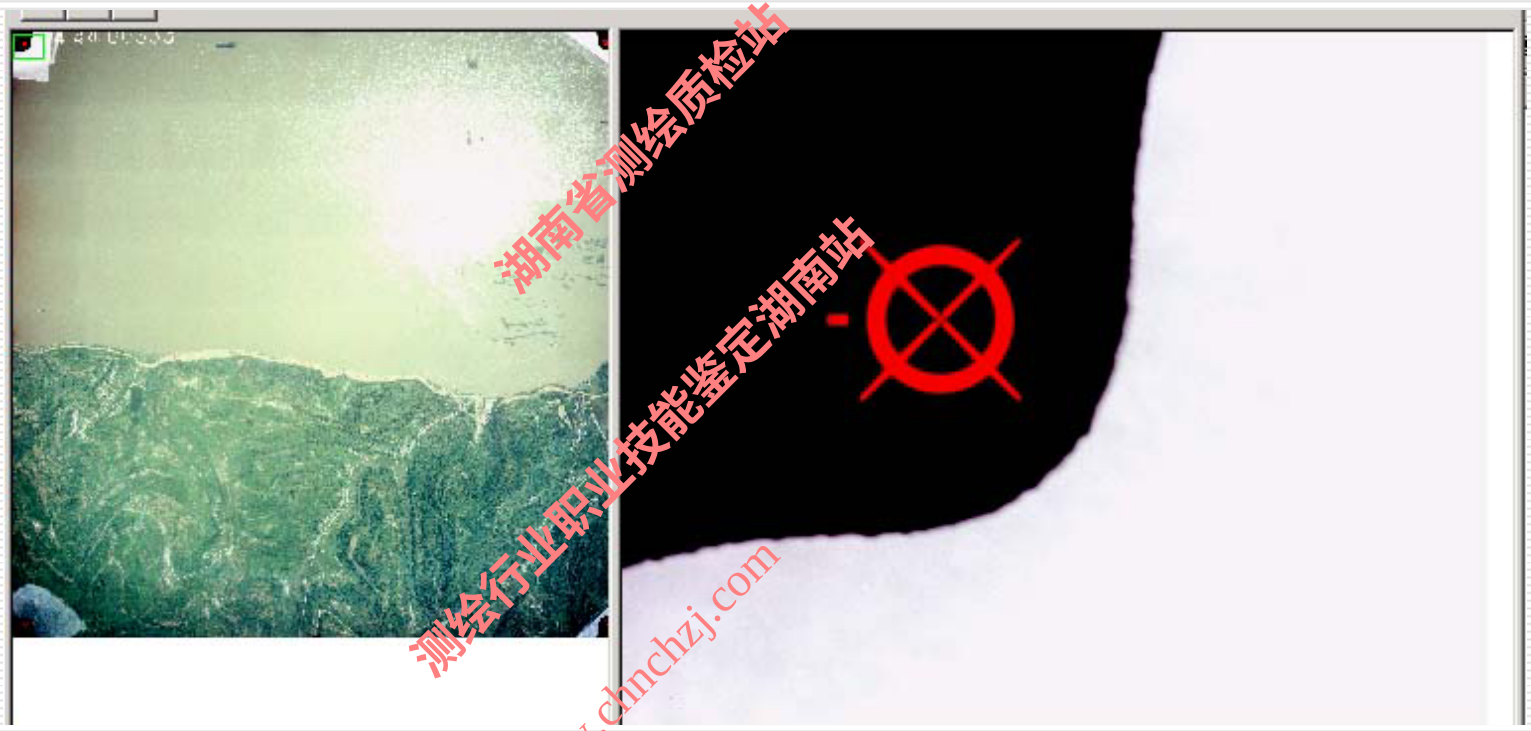
常　角：(视场角<75°)

宽　角：(视场角=75°　~100°)

特宽角：(视场角>100°)

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chzhzj.com
2010.09

航摄像片



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

航摄像片为量测像片，有光学框标和机械框标

航摄像片的大小为23cm × 23cm

感光材料

黑白感光材料

- 盲色片：只能感受波长500nm以下的蓝紫光
- 正色片：只能感受波长580nm以下的绿光
- 分色片：只能感受波长640nm以下的可见光
- 全色片：只能感受波长700nm以下的可见光
- 全色红外片：可感受波长750nm的红外光

彩色感光材料（用途）

- 彩色负片：记录原景物颜色的补色影像
- 彩色正片：将彩色负片拷贝或放大成透明正片
- 彩色反转片：记录原景物颜色的影像

彩色感光材料（光照）

- 日光型：适用于R/G/B光谱成分且色温在5500K左右
- 灯光型：适用于B光谱成分较少且色温在3200K左右
- 日灯光两用型：适用于色温在4000K左右

湖南省测绘学会
测绘行业职业技能鉴定指导站
www.chncha.com
2010.09

感光特性

感光度：感光材料对光的敏感程度

反差系数：景物反差与影像反差的比值

宽容度：能按比例记录景物亮度的曝光量最大范围

灰雾密度：未曝光试片经显影后所产生的密度

显影动力学曲线：感光特性随显影时间而改变的特性曲线

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncmi.com
2010.09

胶片冲洗

显影：将已曝光的卤化银变成可见的由银粒组成的影像

定影：固定显出的影像

水洗：用水洗掉乳剂层中残留的可溶性银络合物

干燥：使膨胀了的明胶层中水分蒸发

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzjd.com
2010.09

辅助设备

滤光片：消除空中蒙雾亮度的影响

像移补偿装置：减少影像的模糊

自动曝光系统：自动调整光圈或曝光时间

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncha.com
2010.09

数字航摄仪



UCD 面阵数字航摄仪



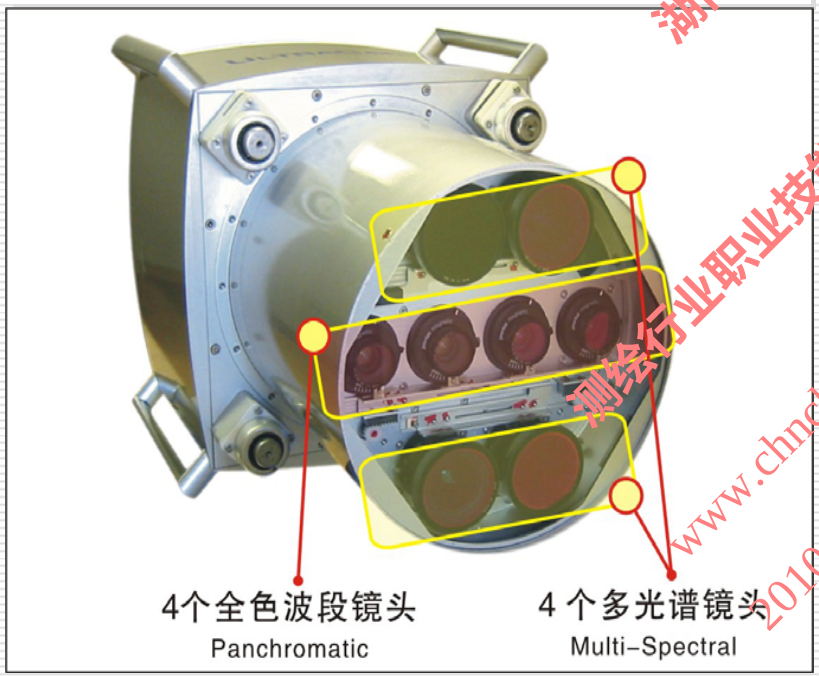
SWDC 面阵数字航摄仪

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

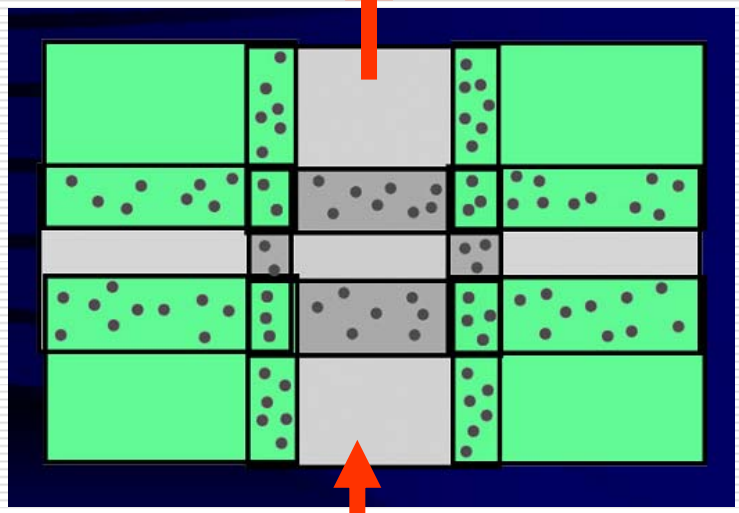
UCD面阵数字航摄仪

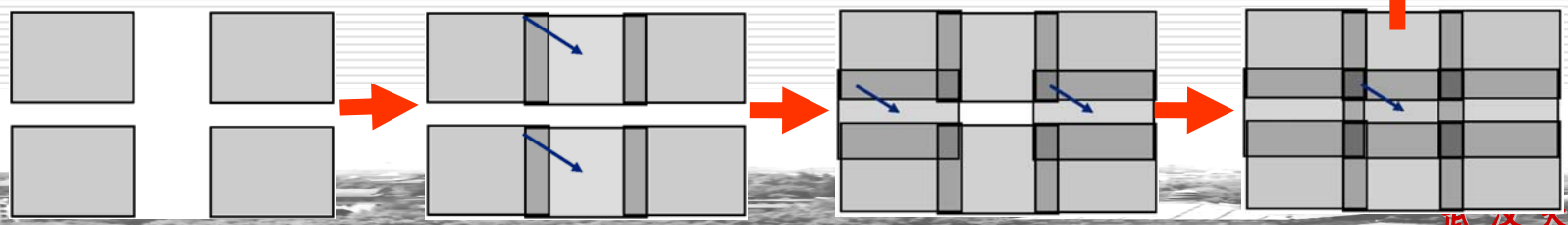
由4次分别曝光的

9个小面阵拼接成的大面阵









湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09





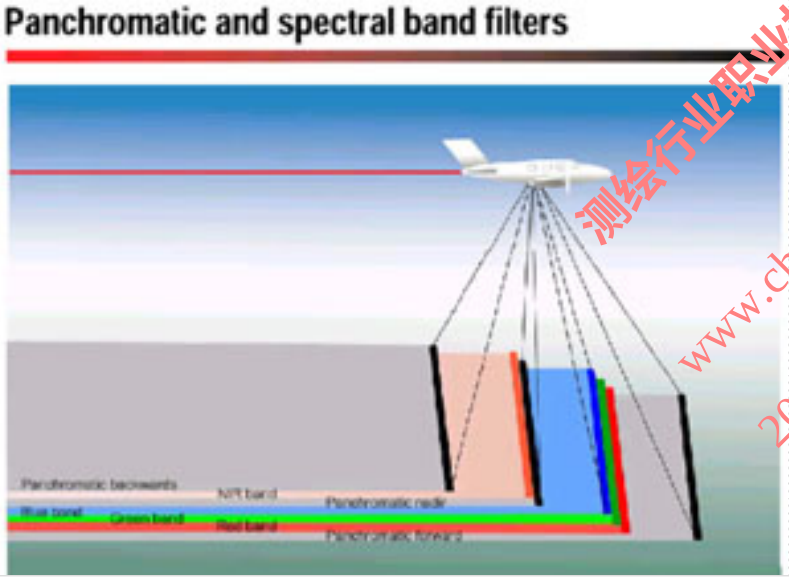
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

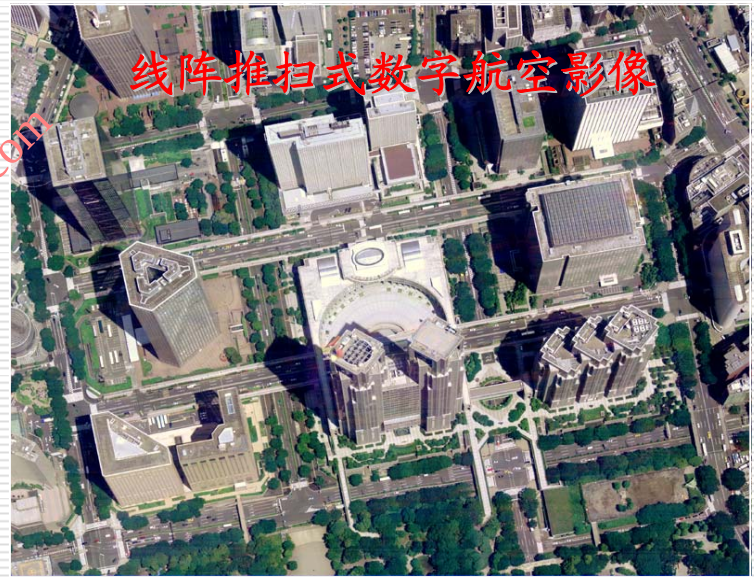
ADS40 三线阵数字航摄仪

Leica ADS40

（前视＋下视＋后视）＋近红外＋红＋绿＋兰

＝全色＋多光谱





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定指南站
www.chnchzj.com
2010.09

影像分辨率

胶片影像分辨率：用“线对/mm”表示。

反映了线条及其背景间的特定反差比

数字影像分辨率：用“地面采样间隔GSD (Ground Sample Distance)”表示。

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chzjc.com
2010.09

检校内容

- 主距：f
- 对称主点或准直主点：x_0, y_0
- 摄影物镜径向畸变差
- 底片压平误差
- 框标距以及框标坐标系的垂直性
- 像元大小

检校要求

- 距前次检定时间超过 2 年
- 快门曝光次数超过 20000 次
- 经过大修或主要部件更换以后
- 使用或运输过程中产生剧烈震动

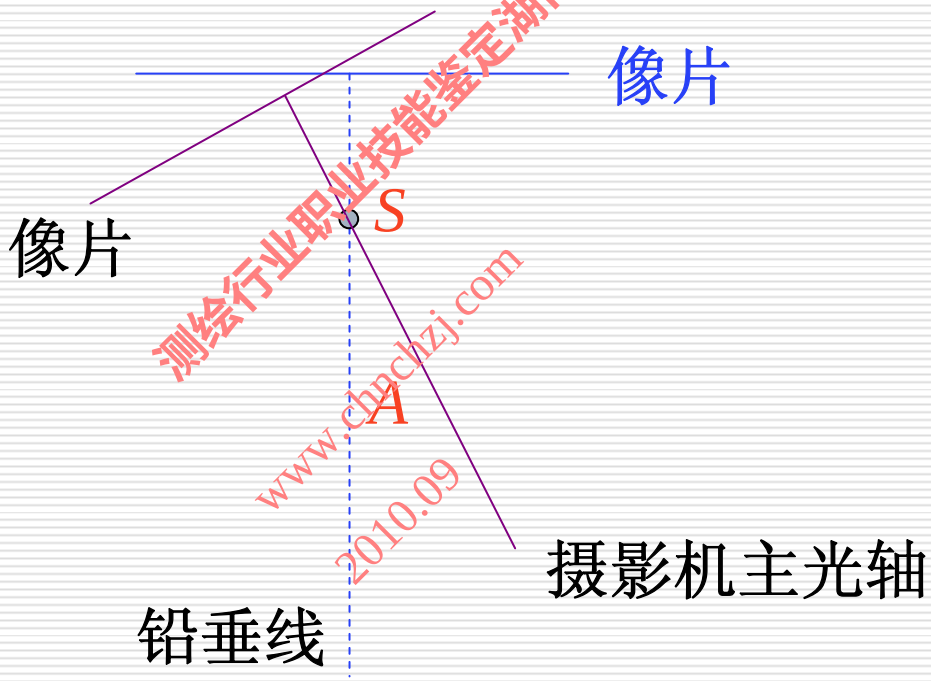
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

检校方法

- 实验室检校法
- 试验场检校法
- 自检校法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

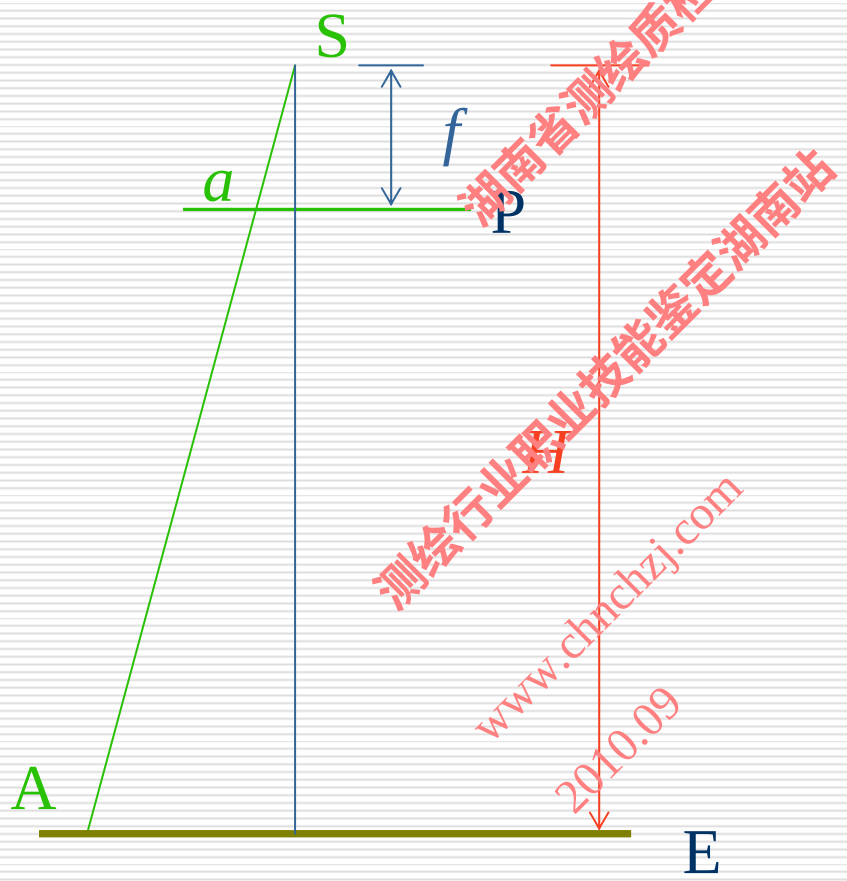
- 摄影瞬间摄影机的主光轴近似与地面垂直偏离铅垂线的夹角小于3°，夹角为像片倾角



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chchzj.com
2010.09

航空摄影基本要求

摄影比例尺



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

视摄影像片水平、地面取平均高程时，像片上的线段 l 与地面上相应的水平距 L 之比为摄影比例尺

$$\frac{1}{m}=\frac{l}{L}=\frac{f}{H}$$

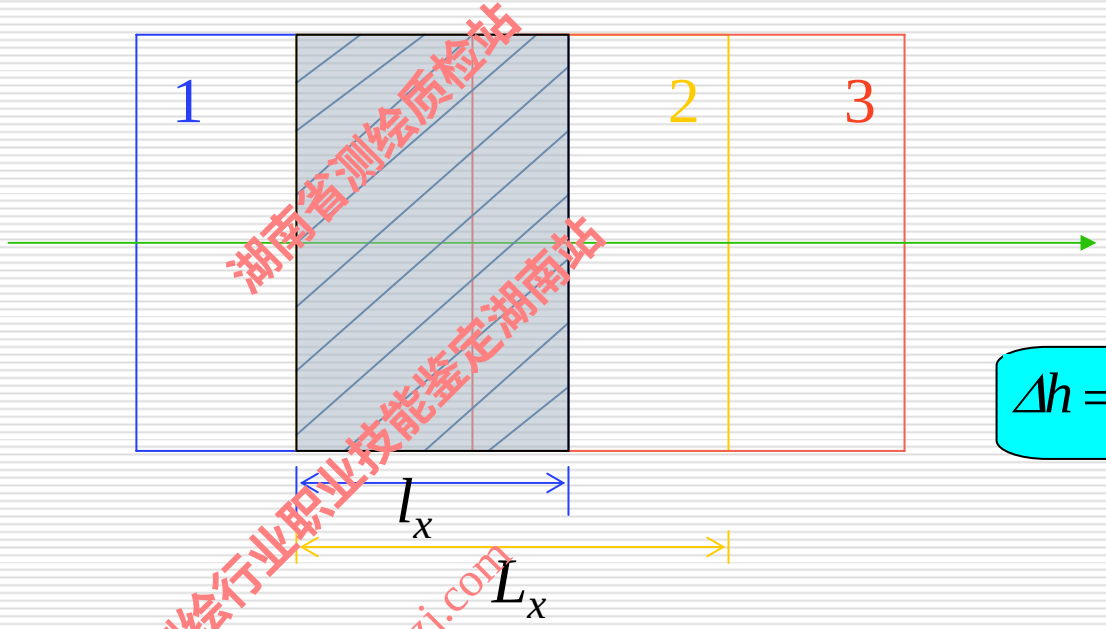
f为摄影机主距，H为航高

$$H_{相}=m\cdot f$$

$$H_{绝}=H_{相}+h_{基}$$

$$h_{基}=(\bar{h}_{高}+\bar{h}_{低})/2$$

航向重叠度



$$p_x = \frac{l_x}{L_x} \times 100\,\%$$

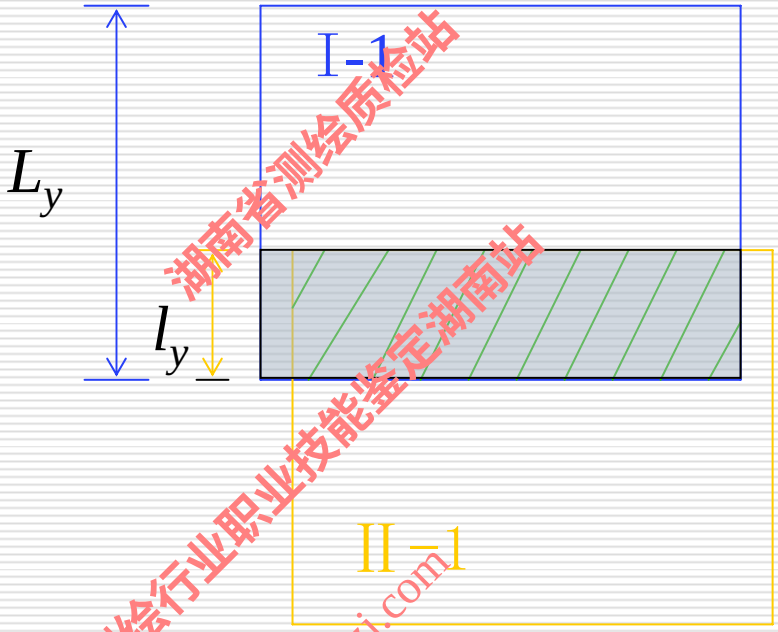
$\Delta h = h_{基} - h$

$$p'_x = p_x + \frac{(1 - p_x) \cdot \Delta h}{H_{相}}$$

应达到56%～65%，最小应有50%

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

旁向重叠度



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

$$q_y = \frac{l_y}{L_y} \times 100\ \%$$

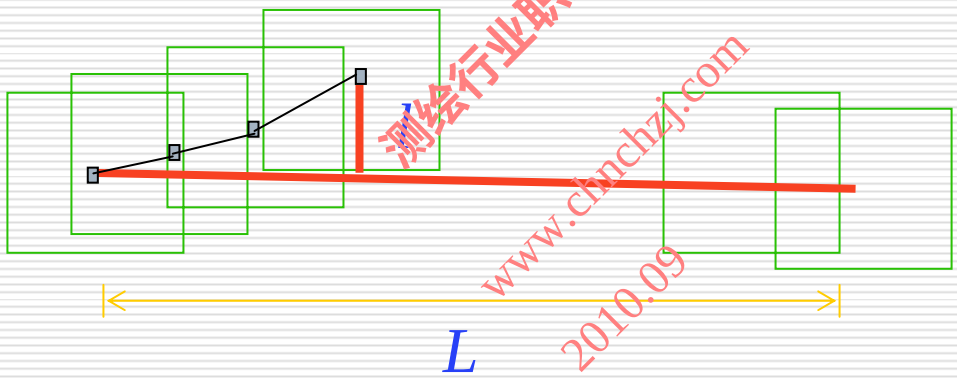
$$\Delta h = h_{基} - h$$

$$q'_y = q_y + \frac{(1-q_y)\cdot \Delta h}{H_{相}}$$

应达到30%～35%

- 把一条航线的航摄像片根据地物影像拼接起来，各张像片的主点连线不在一条直线上，而呈现为弯弯曲曲的折线，称**航线弯曲**

航线弯曲

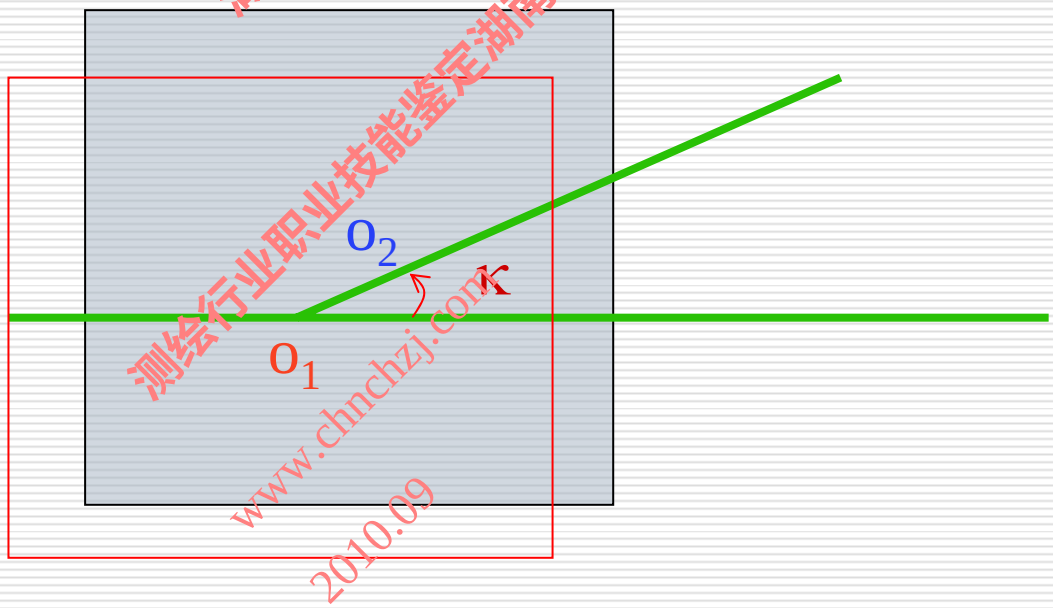


湖南省测绘职业技能鉴定站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

航线弯曲度：航线最大弯曲矢量与航线长度之比的百分数。要求航线弯曲度<3%

- 一张像片上相邻主点连线与同方向框标连线间的夹角。要求像片旋角<6°

像片旋角



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

像片旋角过大会减少立体像对的有效范围

航空摄影分类

按摄影倾角

竖直航空摄影：像片倾角＜2°～3°
倾斜航空摄影：

按摄影方式

面积航空摄影
线状航空摄影
独立地块航空摄影

按摄影比例尺

大比例尺航空摄影：＞1/10000
中比例尺航空摄影：1/10000～1/50000
小比例尺航空摄影：＜1/50000

湖南省测绘资质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

非常规航空摄影

- 轻型机小像幅航空摄影（像幅小于70mm× 70mm）
- 无人机小像幅航空摄影
- 多光谱航空摄影
- 机载SAR成像
- 航天摄影
- GPS辅助航空摄影
- POS辅助航空摄影

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

1. 航摄准备
2. 航摄设计
3. 空中摄影
4. 摄影处理
5. 质量检查
6. 成果提交

- 摄区基本情况分析
- 确定航摄设计用图

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

航摄因子计算示例

平地＋丘陵地形

- 摄区宽度： 112km
- 摄区长度： 132km
- 最低点海拔高：23m
- 最高点海拔高：247m
- 低点平均高程：32m
- 高点平均高程：198m
- 摄影比例尺：1:20000
- 航向重叠度：65%
- 旁向重叠度：35%
- 航摄仪主距：152.4mm
- 像幅大小：23cm×23cm

- 分区基准面高程： (32＋198)/2=115m
- 相对航高：20000×15.24/1000=3048m
- 绝对航高：3048＋115＝3163m
- 最高点航向重叠：0.65+ (1-0.65)×(115-247)/3048=63.5%
- 最低点航向重叠：0.65+ (1-0.65)×(115-23)/3048=66.1%
- 最高点旁向重叠：0.35+ (1-0.35)×(115-247)/3048=32.2%
- 最低点旁向重叠：0.35+ (1-0.35)×(115-23)/3048=37.0%
- 基线长度：230× (1-0.65)×20000 /1000=1610m
- 航线间隔：230× (1-0.35)×20000 /1000=2990m
- 航线数：112000 /2990＝38条
- 每条航线像片数：int(132000 /1610+1)＝83张
- 总像片数： 38×83＝3116张

测绘行业职业技能鉴定指南站
www.chzhzj.com
2020.09

1. 航摄准备
2. 航摄设计
3. 空中摄影
4. 摄影处理
5. 质量检查
6. 成果提交

- 航摄分区略图
- 航片索引图
- 航摄底片、像片
- 航摄仪检定表
- 航摄底片压平质量检测数据表
- 航摄底片密度抽样测定数据表
- 航摄飞行报告
- 附属仪器记录数据
- 成果质量检查报告
- 技术总结
- 航摄资料移交书
- 合同规定的其他资料

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchsjj.com
2010.09

注册测绘师资格考试辅导



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

3

- 摄影测量基础

航摄像片与地形图的区别

投影方式： 地图为正投影，航片为中心投影

比 例 尺： 地图有统一比例尺，航片的比例尺因点而异

表示方法： 地图为线划图，航片为影像图

表示内容： 地图需要综合取舍，航片所见即所得

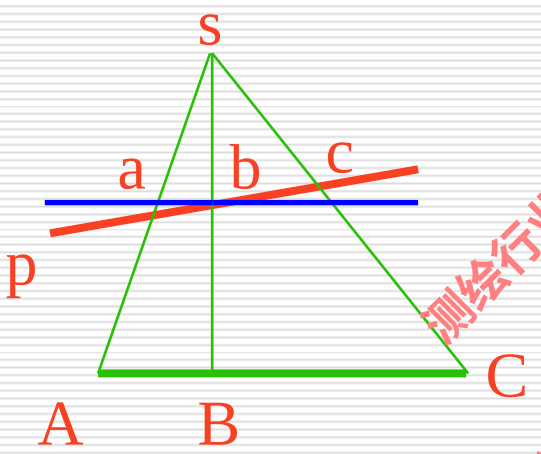
几何差异： 航摄像片可组成像对立体观察

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chqhzj.com
2010.09

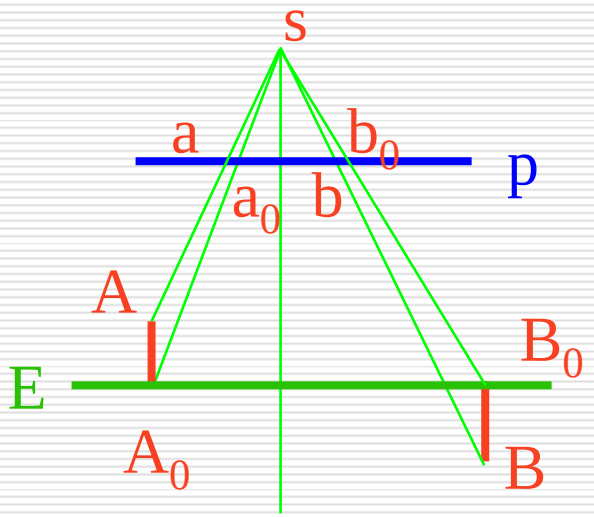
摄影测量的主要任务之一：把地面按中心投影规律获取的摄影比例尺航摄像片转换成以测图比例尺表示的正射投影地形图

当像片倾斜、地形起伏时，地面点在航摄像片上的构像相对于理想情况下构像所产生的位置差异称像点位移

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

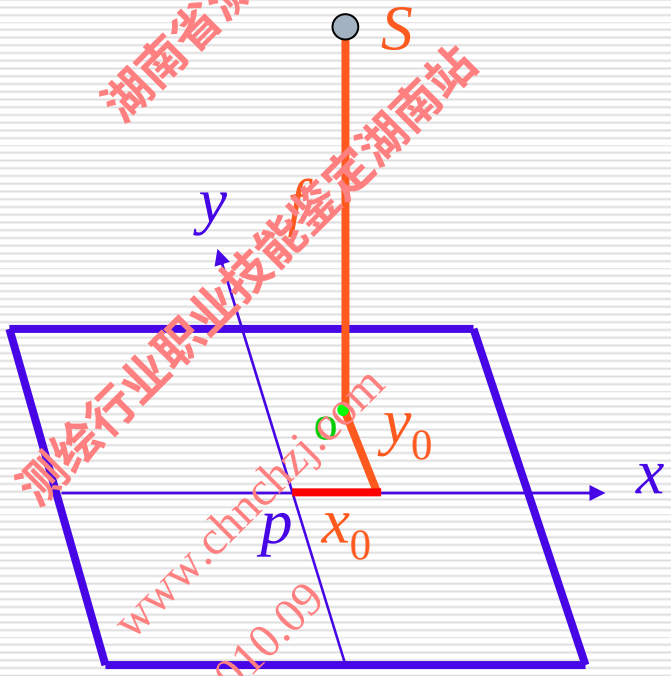


像片倾斜引起的像点位移



地形起伏引起的像点位移

确定摄影物镜后节点与像片之间相互位置关系的参数



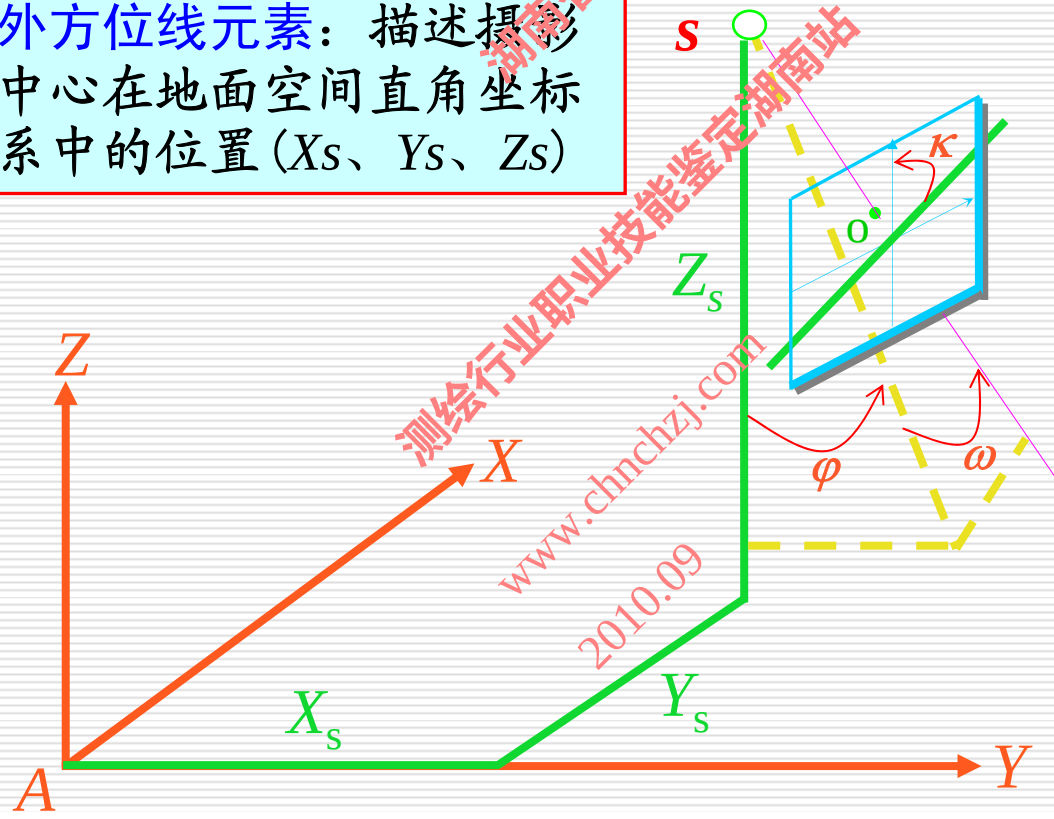
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

内方位元素（x_0,y_0,f）可恢复摄影光束

像片的外方位元素

确定摄影瞬间像片在地面直角坐标系中空间位置和姿态的参数

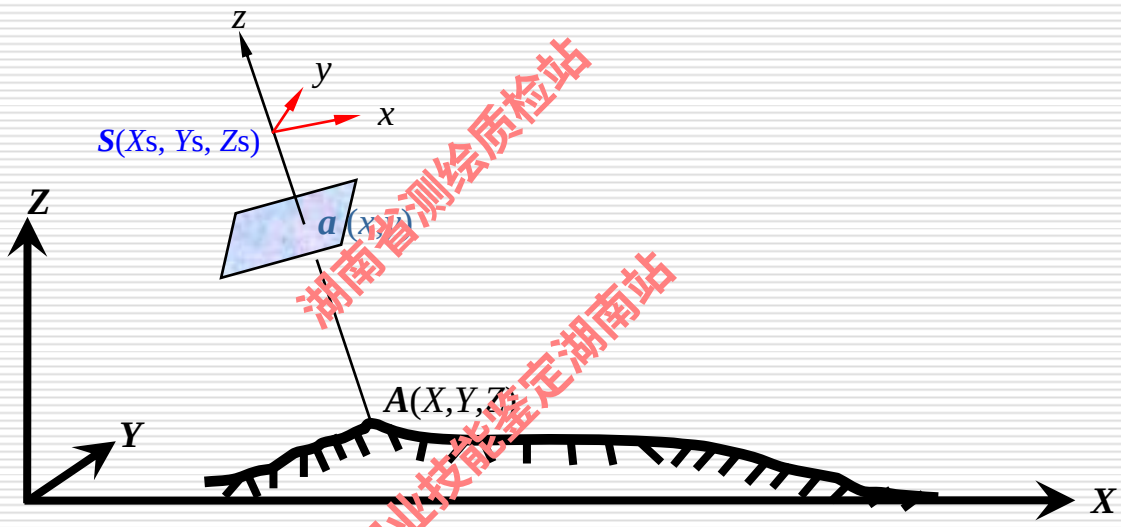
外方位线元素：描述摄影中心在地面空间直角坐标系中的位置（X_S、Y_S、Z_S）



外方位角元素：描述像片在摄影瞬间的空间姿态

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

共线条件方程



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chichzj.com
2010.03

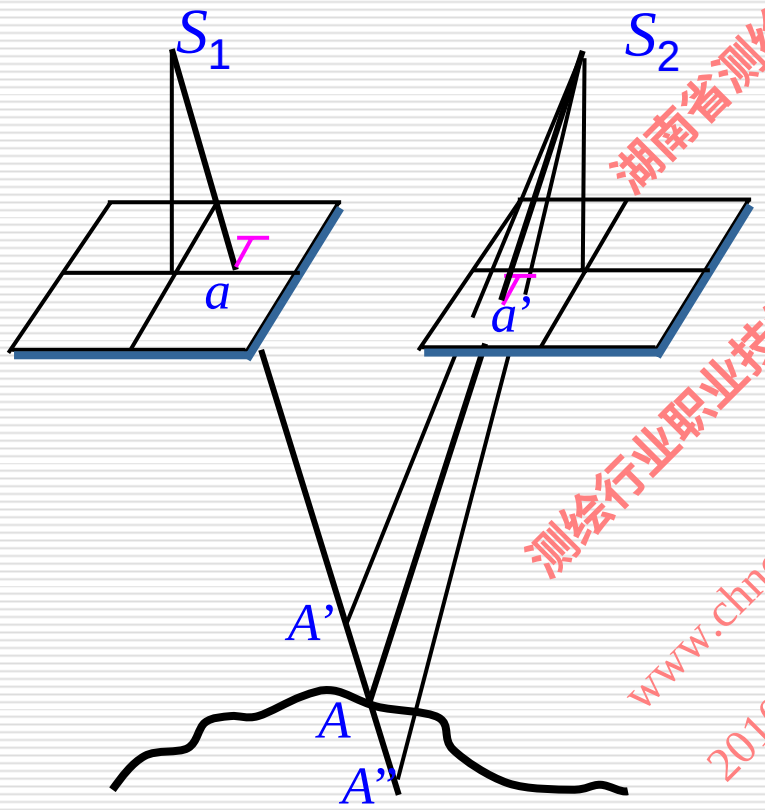
$$x=-f\frac{a_1(X-X_s)+b_1(Y-Y_s)+c_1(Z-Z_s)}{a_3(X-X_s)+b_3(Y-Y_s)+c_3(Z-Z_s)}$$

$$y=-f\frac{a_2(X-X_s)+b_2(Y-Y_s)+c_2(Z-Z_s)}{a_3(X-X_s)+b_3(Y-Y_s)+c_3(Z-Z_s)}$$

表示投影中心、像点及其对应物点位于一条直线的几何方程

- 单像空间后方交会
- 多像空间前方交会
- 摄影测量中的数字投影基础
- 光束法平差的基本数学模型
- 利用DEM制作数字正射影像图
- 利用DEM进行单张像片测图

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.03



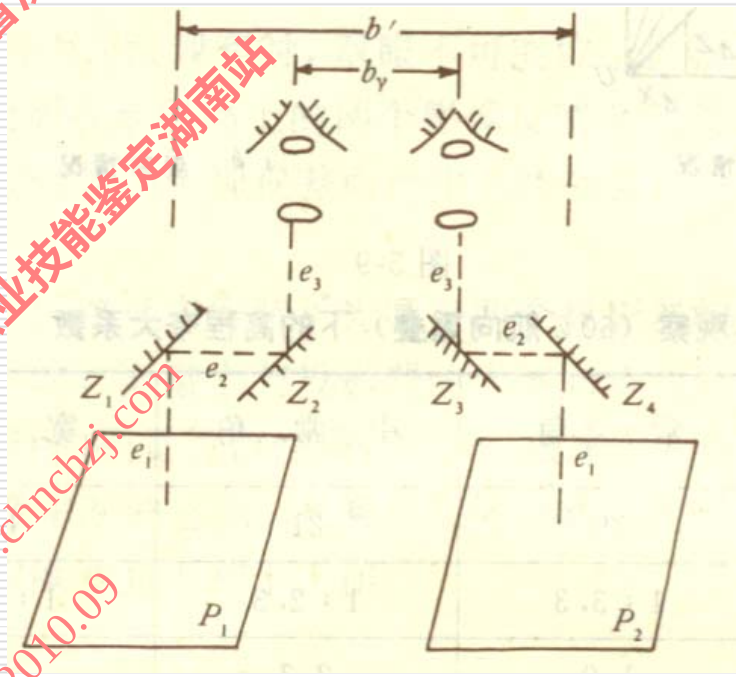
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

人造立体观察条件

- 立体像对
- 分像条件
- 两像片上相同景物（同名像点）的连线与眼基线应大致平行
- 两像片的比例尺应相近（差别<15%）

立体镜观察

反光立体镜



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

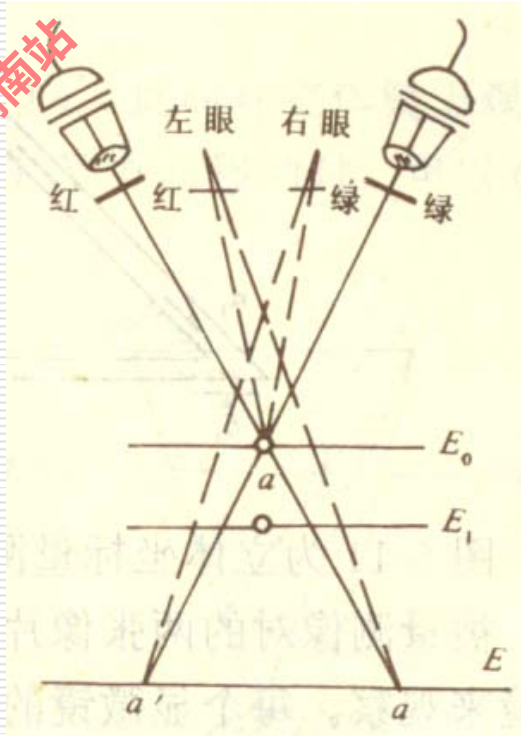
扩大眼基距，可对大像幅进行立体观察

叠映影像立体观察

互补色法

在投影器中插入互补色滤光片
（品红色、蓝绿色）

观测者双眼分别带上同色镜片



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2016.09

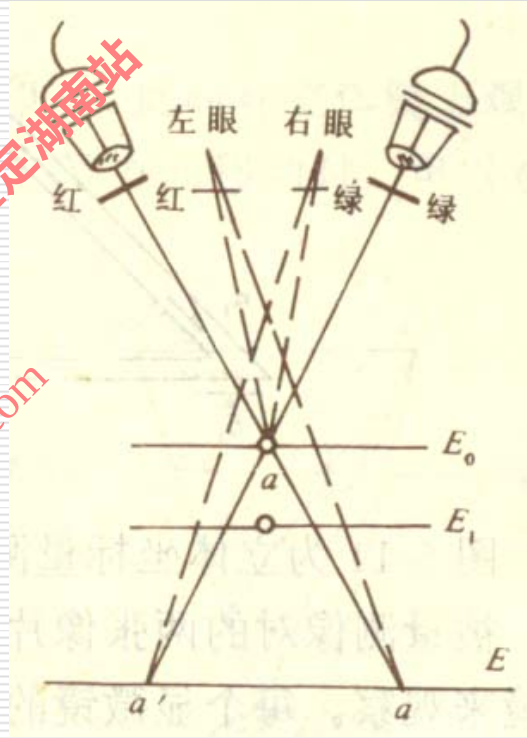
叠映影像立体观察

光闸法

在两投影光路中各安装一光闸
（一个打开、一个关闭）

观测者双眼分别带上与投影器光闸同步的光闸眼镜

光闸起闭频率＞10Hz



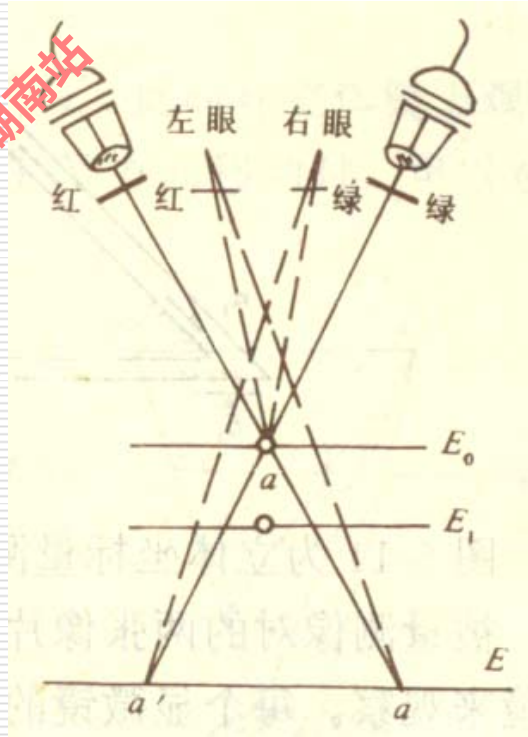
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chchzj.com
2010.09

叠映影像立体观察

偏振光法

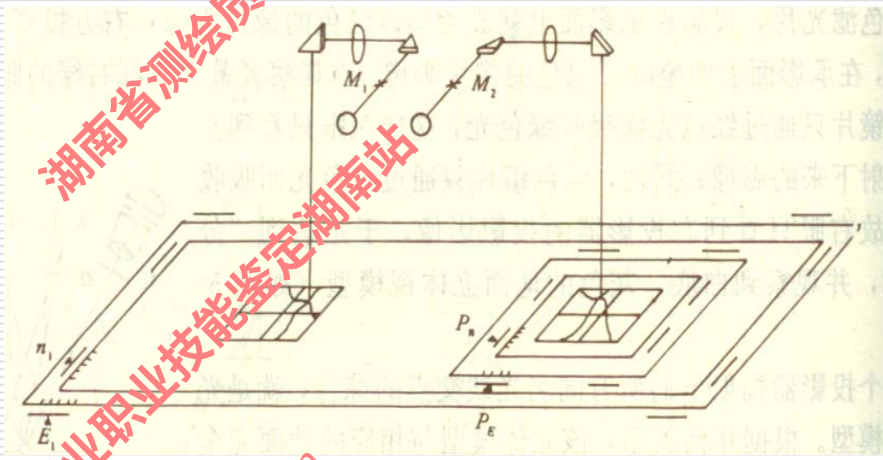
在两投影光路中安装两块偏振平面互成90°的起偏镜

观测者带上一副检偏镜
镜片与起偏镜相同
左右偏振平面相互垂直



湖南省测绘质量监督站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

双目镜观测光路的立体观察



通过双筒望远镜观察

每个望远镜像面有一固定的测标

像片可在两个相互垂直方向共同移动，也可一张像片相对于另一张像片移动

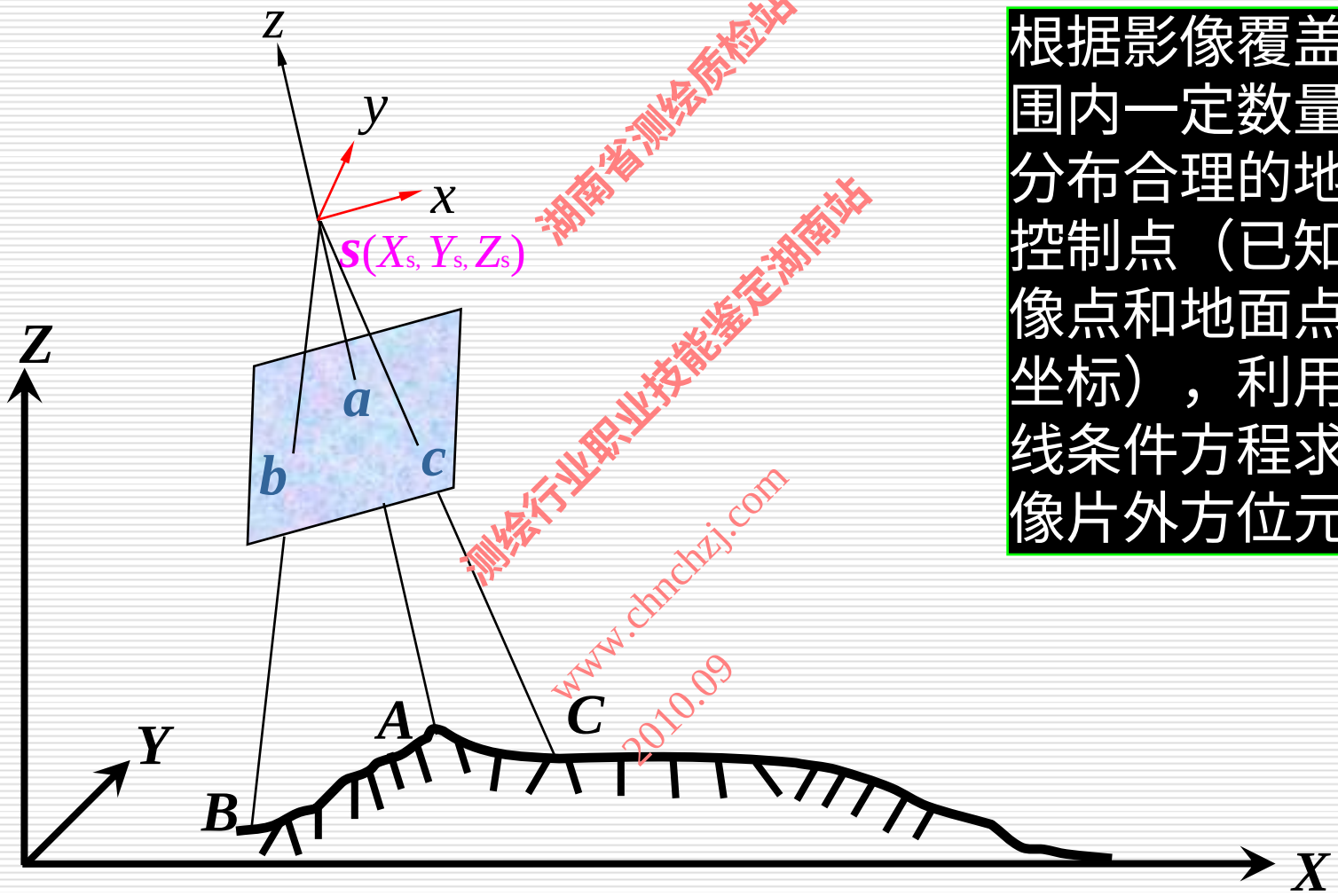
可以分别对左右像片进行调焦、亮度调节及必要旋转，观测系统放大倍率可调节

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

- 单张像片空间后方交会
- 立体像对的前方交会
- 立体像对的相对定向
- 立体像对的绝对定向

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

单片空间后方交会



根据影像覆盖范围内一定数量的分布合理的地面控制点（已知其像点和地面点的坐标），利用共线条件方程求解像片外方位元素

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

单片空间后方交会

- 已知值 $x_0, y_0, f, m, \boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, \boldsymbol{Z}$
- 观测值 x, y
- 未知数 $\boldsymbol{Xs}, \boldsymbol{Ys}, \boldsymbol{Zs}, \varphi, \omega, \kappa$
- 泰勒级数展开共线条件方程

$$x = -f\frac{a_1(X-X_s)+b_1(Y-Y_s)+c_1(Z-Z_s)}{a_3(X-X_s)+b_3(Y-Y_s)+c_3(Z-Z_s)}$$

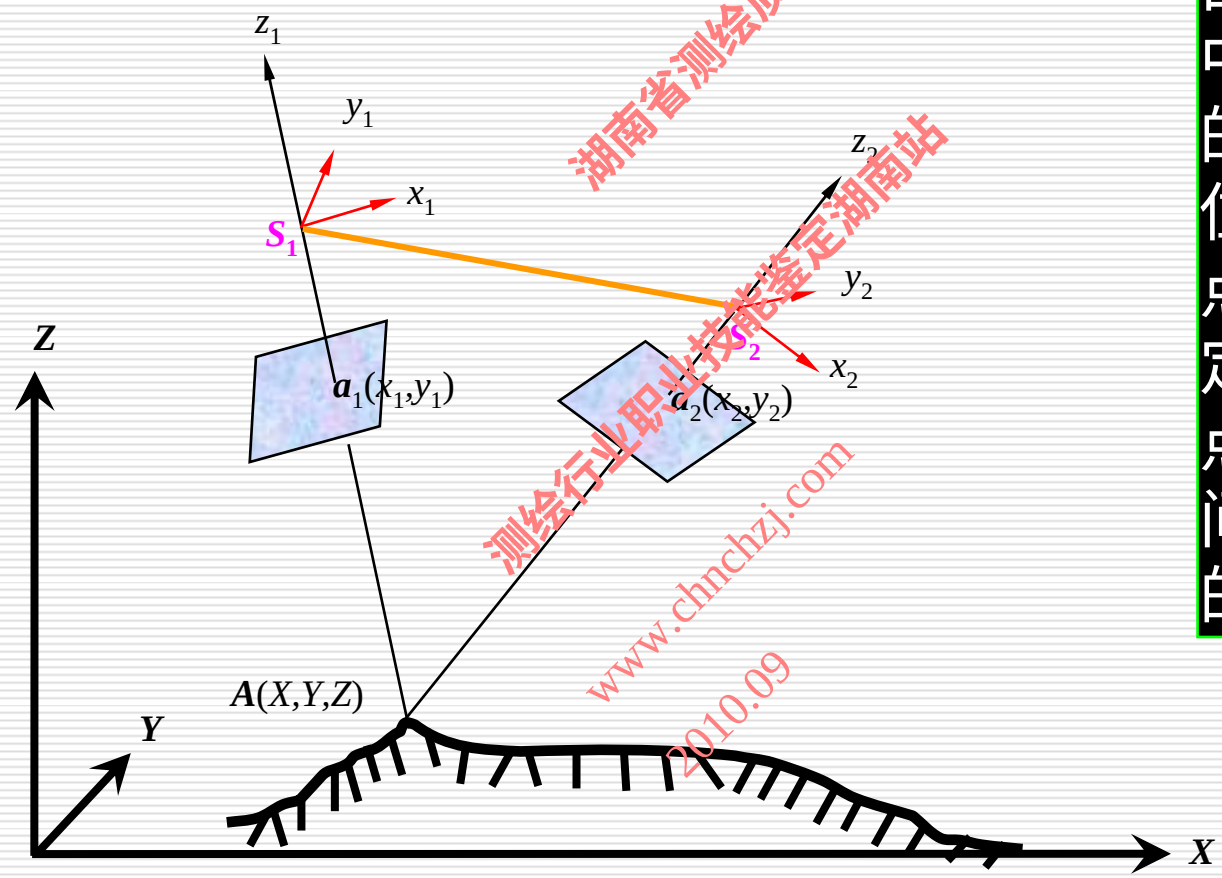
$$y = -f\frac{a_2(X-X_s)+b_2(Y-Y_s)+c_2(Z-Z_s)}{a_3(X-X_s)+b_3(Y-Y_s)+c_3(Z-Z_s)}$$

$$v_x = \frac{\partial x}{\partial \varphi}\Delta\varphi + \frac{\partial x}{\partial \omega}\Delta\omega + \frac{\partial x}{\partial \kappa}\Delta\kappa + \frac{\partial x}{\partial X_s}\Delta X_s + \frac{\partial x}{\partial Y_s}\Delta Y_s + \frac{\partial x}{\partial Z_s}\Delta Z_s + x^0 - x$$

$$v_y = \frac{\partial y}{\partial \varphi}\Delta\varphi + \frac{\partial y}{\partial \omega}\Delta\omega + \frac{\partial y}{\partial \kappa}\Delta\kappa + \frac{\partial y}{\partial X_s}\Delta X_s + \frac{\partial y}{\partial Y_s}\Delta Y_s + \frac{\partial y}{\partial Z_s}\Delta Z_s + y^0 - y$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chchzj.com
2010.09

立体像对的前方交会



由立体像对中两张像片的内、外方位元素和像点坐标来确定相应地面点在物方空间坐标系中的坐标

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

立体像对的前方交会

$$X_A = X_{S1} + N_1 X_1 = X_{S2} + N_2 X_2$$
$$Y_A = Y_{S1} + N_1 Y_1 = Y_{S2} + N_2 Y_2$$
$$Z_A = Z_{S1} + N_1 Z_1 = Z_{S2} + N_2 Z_2$$

$$Y_A = \frac{1}{2}[(Y_{s1} + N_1 Y_1) + (Y_{s2} + N_2 Y_2)]$$

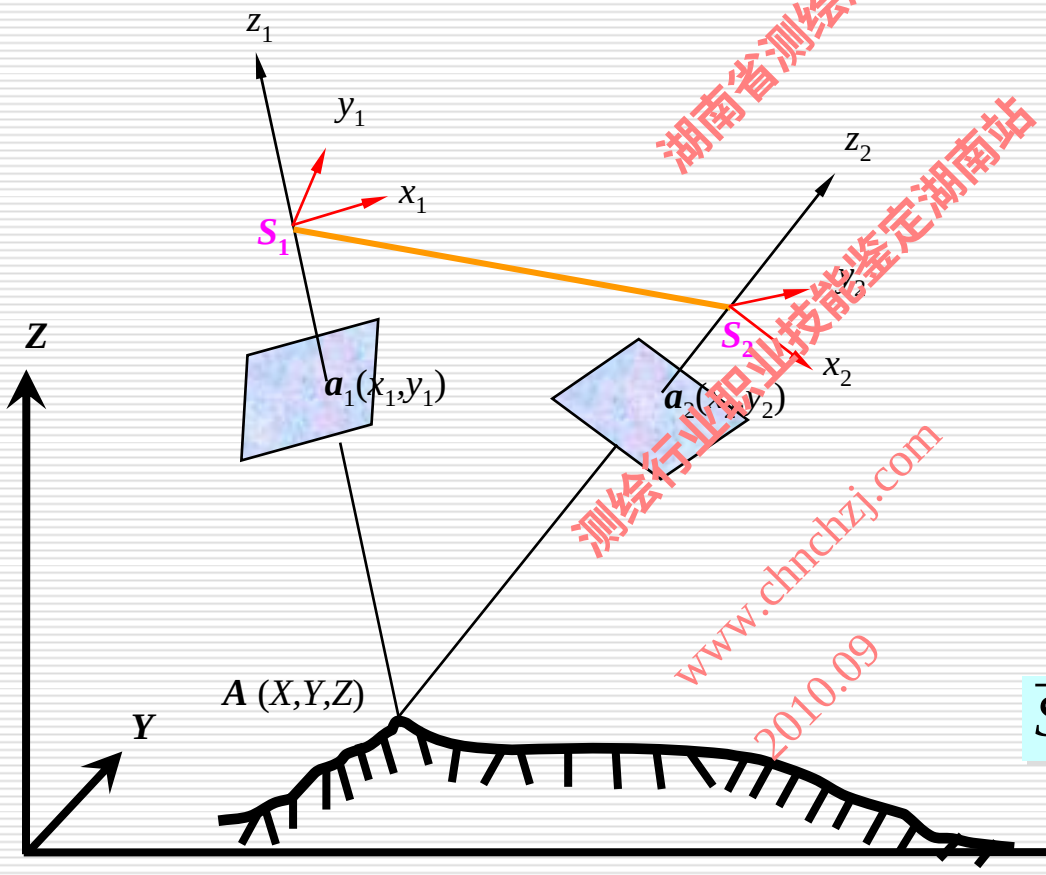
$$B_X = X_{S2} - X_{S1} = N_1 X_1 - N_2 X_2$$
$$B_Y = Y_{S2} - Y_{S1} = N_1 Y_1 - N_2 Y_2$$
$$B_Z = Z_{S2} - Z_{S1} = N_1 Z_1 - N_2 Z_2$$

(1)、(3)式联立求解

$$N_1 = \frac{B_X Z_2 - B_Z X_2}{X_1 Z_2 - X_2 Z_1}$$
$$N_2 = \frac{B_X Z_1 - B_Z X_1}{X_1 Z_2 - X_2 Z_1}$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

立体像对的相对定向



利用立体像对同名光线对对相交的几何关系，根据量测的像点坐标，以解析计算的方法解求两张像片的相对方位元素的过程

$$\overrightarrow{S_1S_2} \bullet (\overrightarrow{S_1a_1} \times \overrightarrow{S_2a_2}) = 0$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

共面条件方程

$$\begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2+B_x & Y_2+B_y & Z_2+B_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \end{vmatrix} = 0$$

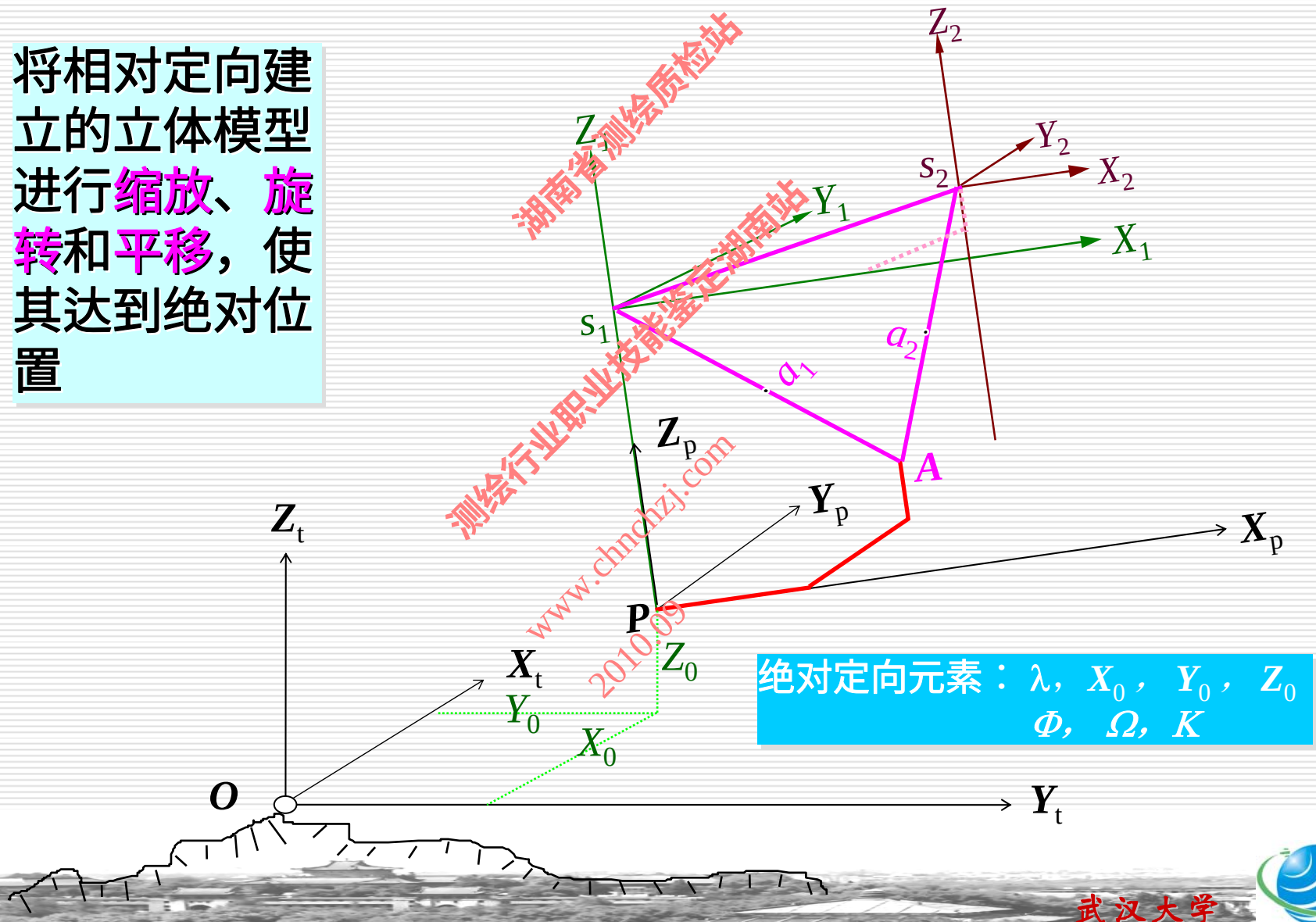
$$F = B_x \begin{vmatrix} 1 & \mu & \nu \\ X_1 & Y_1 & Z_1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 \end{vmatrix} = 0$$

$$F = F^0 + \frac{\partial F}{\partial \mu}\Delta\mu + \frac{\partial F}{\partial \nu}\Delta\nu + \frac{\partial F}{\partial \varphi}\Delta\varphi + \frac{\partial F}{\partial \omega}\Delta\omega + \frac{\partial F}{\partial \kappa}\Delta\kappa = 0$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

立体模型的绝对定向

将相对定向建立的立体模型进行缩放、旋转和平移，使其达到绝对位置



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncbzj.com
2010.09

绝对定向元素：λ，X_0，Y_0，Z_0
Φ，Ω，K

立体像对的绝对定向

空间相似变换方程

$$\begin{bmatrix} X_{tp} \\ Y_{tp} \\ Z_{tp} \end{bmatrix} = \lambda \boldsymbol{R} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

记

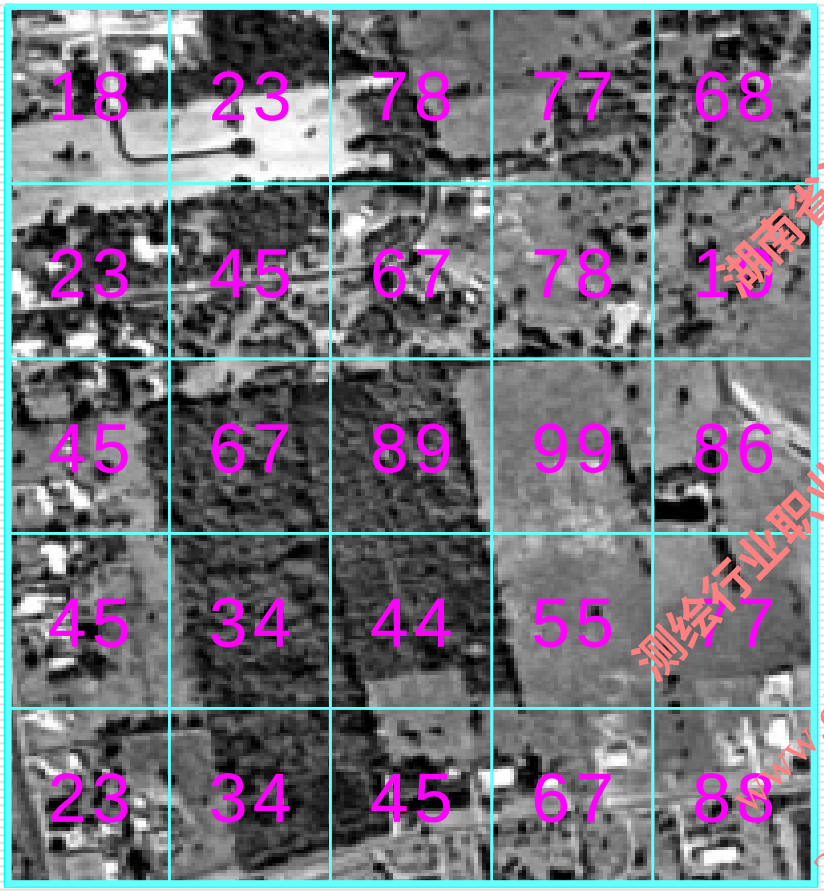
$$F = \begin{bmatrix} X_{tp} \\ Y_{tp} \\ Z_{tp} \end{bmatrix} = \lambda \boldsymbol{R} \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix}$$

$$F = F^0 + \frac{\partial F}{\partial \lambda}\Delta\lambda + \frac{\partial F}{\partial \Phi}\Delta\Phi + \frac{\partial F}{\partial \Omega}\Delta\Omega + \frac{\partial F}{\partial K}\Delta K + \frac{\partial F}{\partial X_0}\Delta X_0 + \frac{\partial F}{\partial Y_0}\Delta Y_0 + \frac{\partial F}{\partial Z_0}\Delta Z_0$$

湖南省测绘质检站 测绘行业职业技能鉴定湖南站 www.chnchzjc.com 2010.09

- 影像数字化与影像重采样
- 影像的内定向
- 基于灰度的影像匹配（相关系数法，最小二乘匹配）
- 基于核线的一维影像匹配
- 基于特征的影像匹配

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

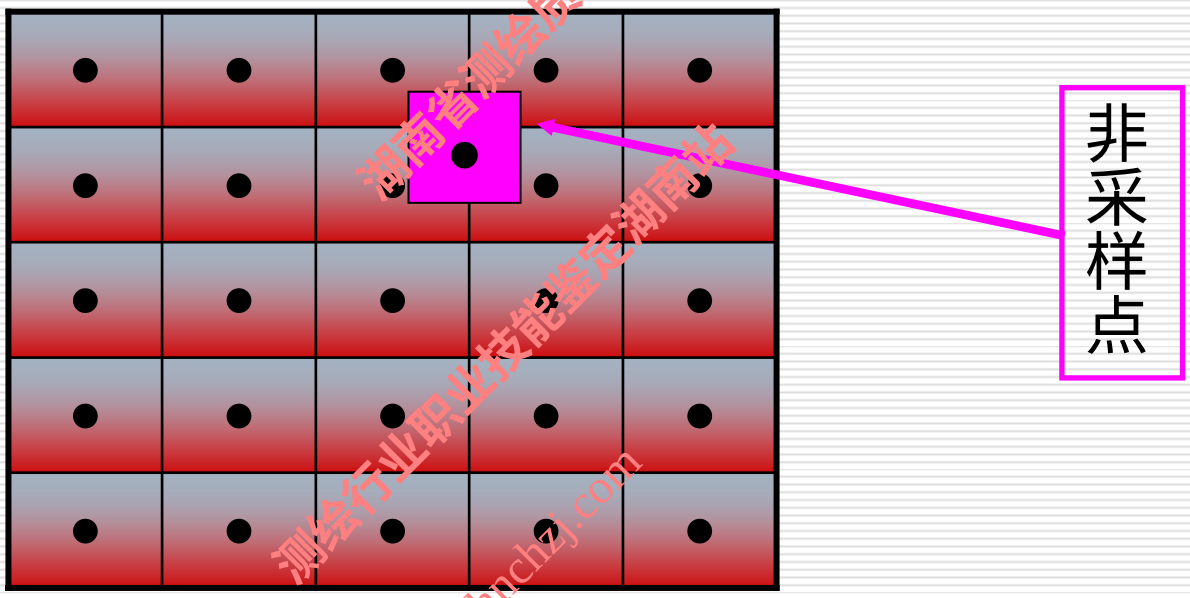


$$\begin{bmatrix} 18 & 23 & 78 & 77 & 68 \\ 23 & 45 & 67 & 78 & 10 \\ 45 & 67 & 89 & 99 & 86 \\ 45 & 34 & 44 & 55 & 77 \\ 23 & 34 & 45 & 67 & 88 \end{bmatrix}$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

采样＋量化

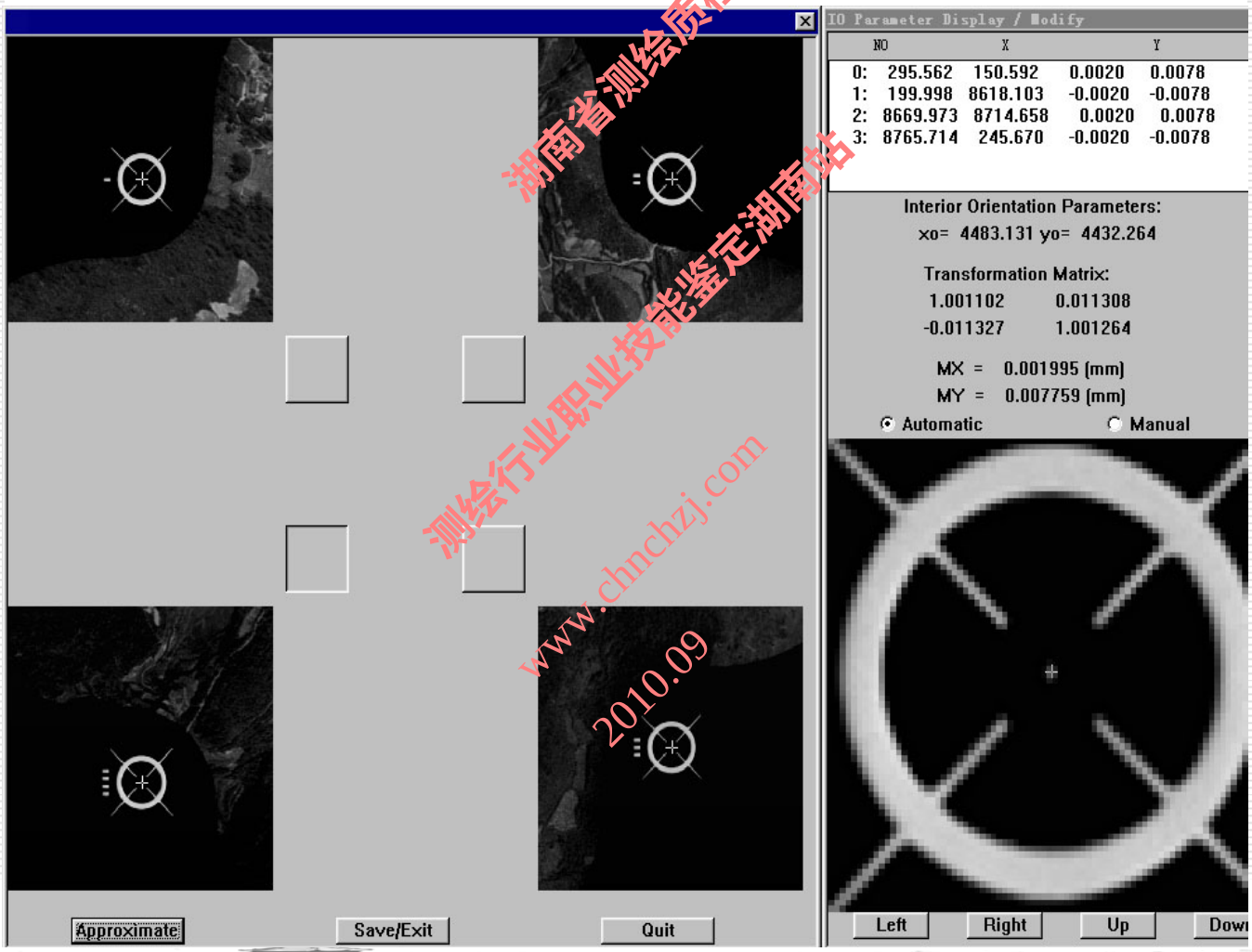
影像重采样



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

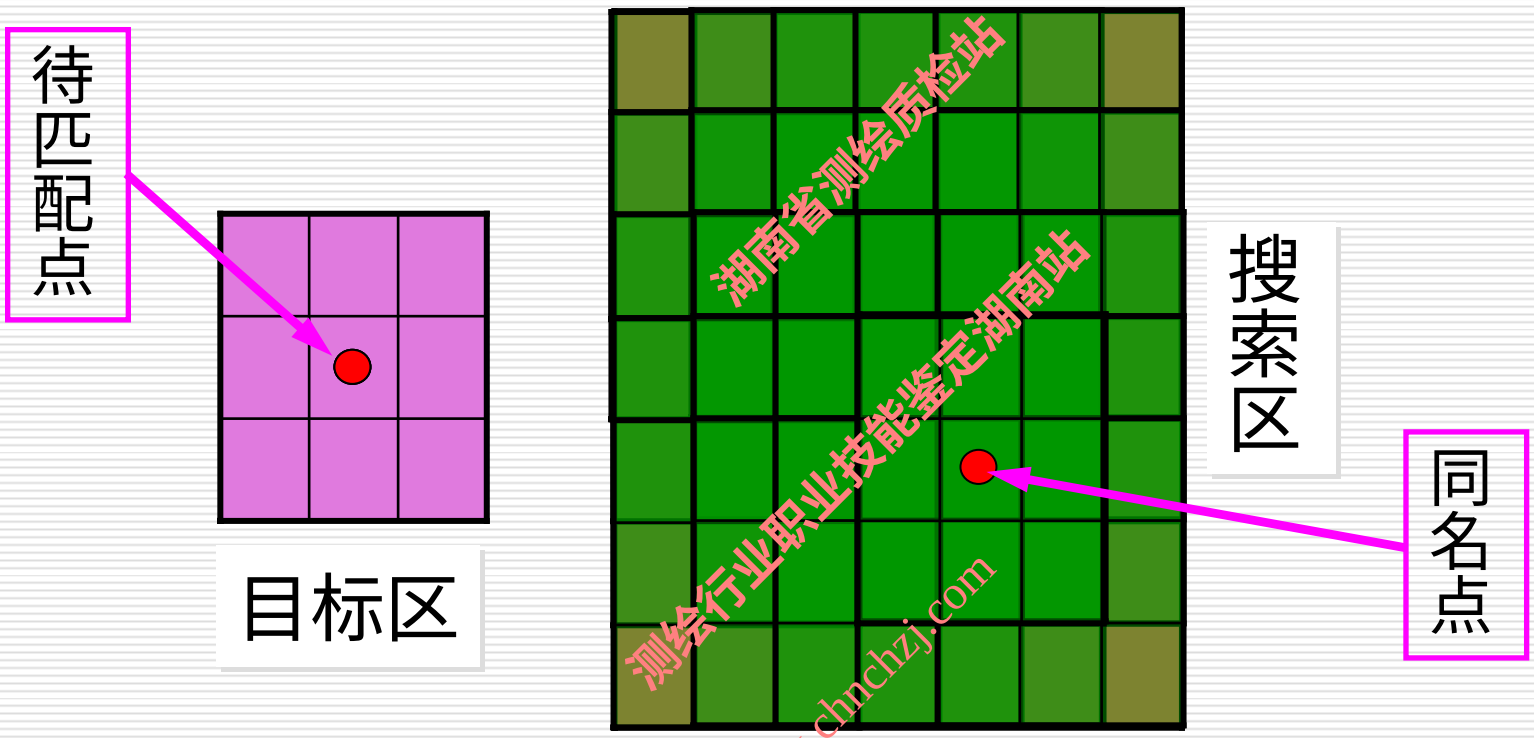
当欲知不在矩阵（采样点）上的原始影像的灰度值g(x,y)时就需进行灰度值内插

影像扫描坐标到像片坐标的转换



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

二维影像相关

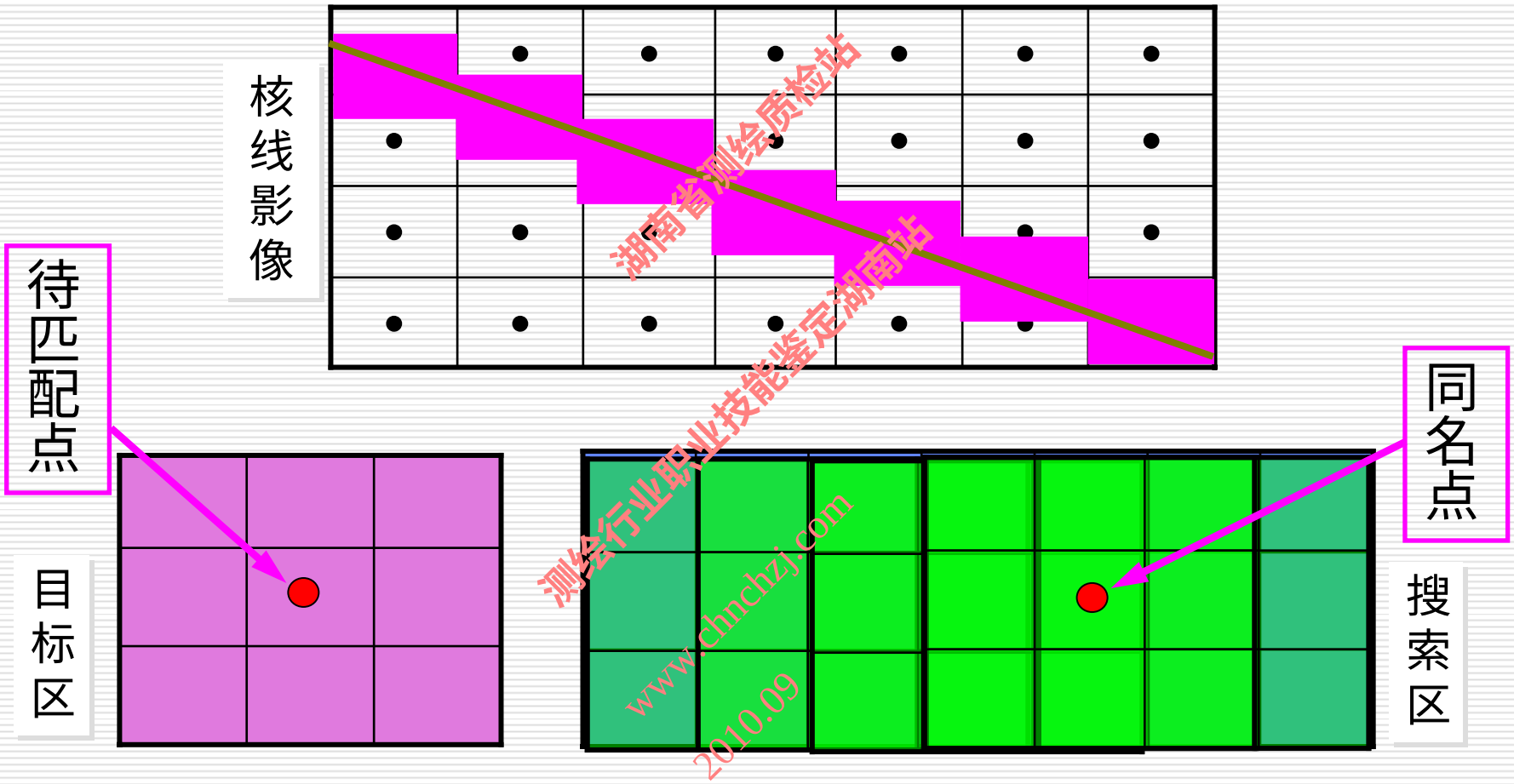


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

$$\rho(c,r)=\frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(g_{i,j}\cdot g'_{i+r,j+c})-\frac{1}{m\cdot n}(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g_{i,j})(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g'_{i+r,j+c})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g^{2}{}_{i,j}-\frac{1}{m\cdot n}(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g_{i,j})^{2}][\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g'^{2}{}_{i+r,j+c}-\frac{1}{m\cdot n}(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}g'_{i+r,j+c})^{2}]}}$$

当相关系数最大时，确定左右影像的同名点

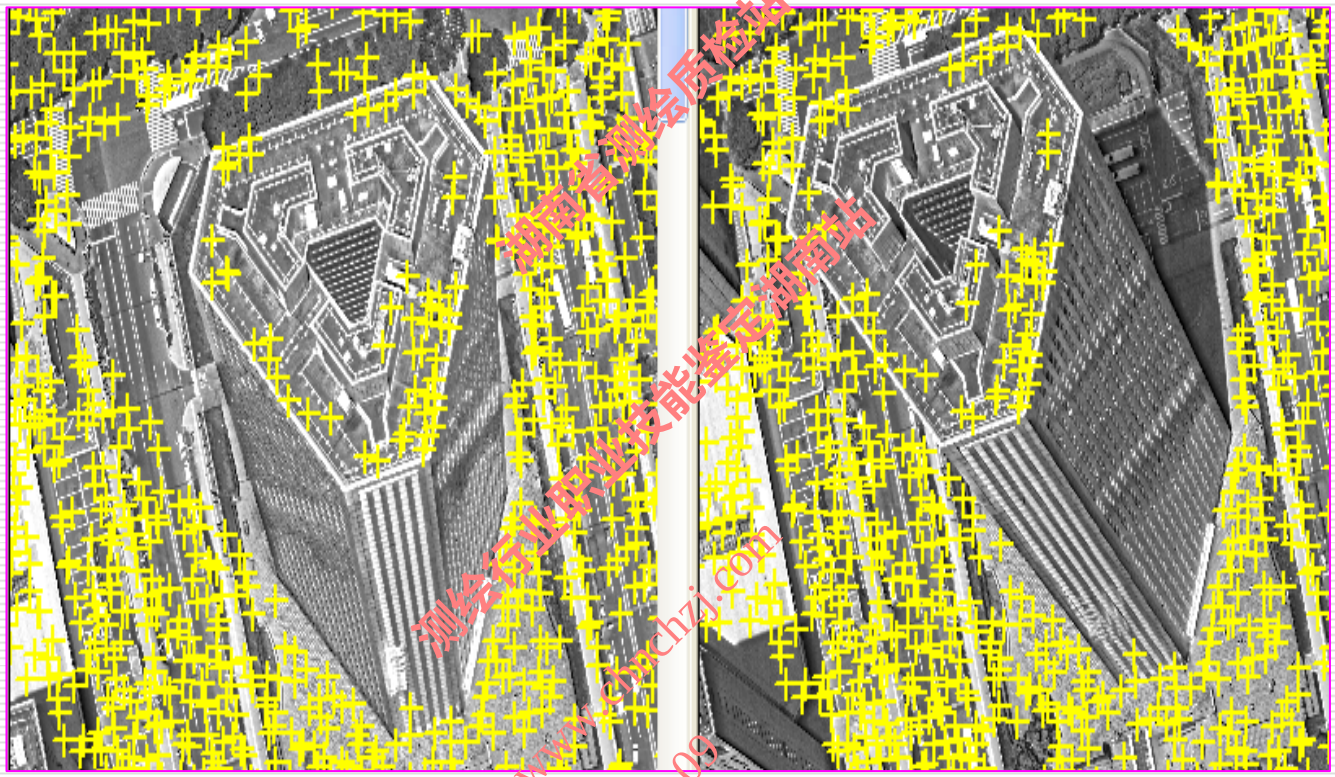
基于核线的一维影像相关



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

在核线影像上进行一维搜索，确定左右影像的同名点

特征匹配



河南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定指南站
www.chuchzj.com
2010.09

首先进行特征提取，然后对特征进行参数描述，最后以特征参数为依据进行同名特征搜索，从而确定左右影像的同名点

注册测绘师资格考试辅导

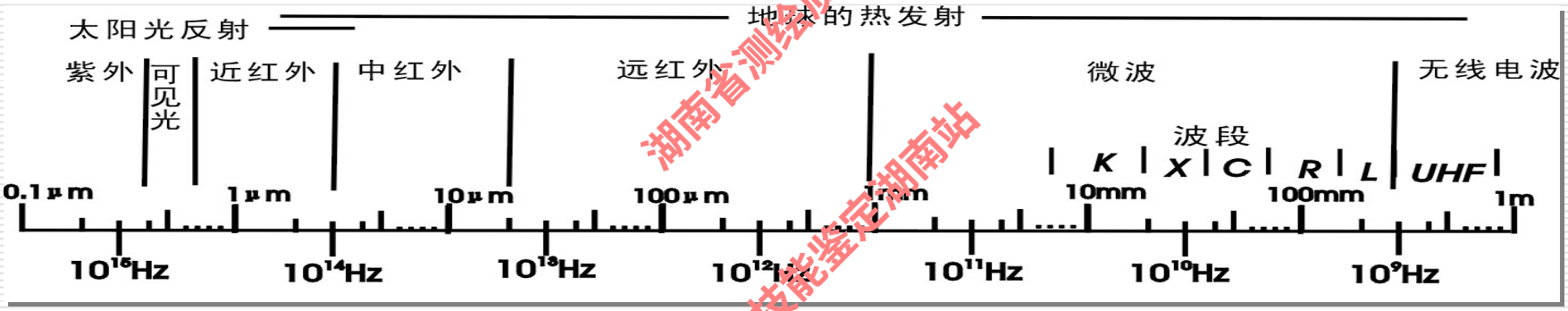


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

4

- 遥感基础

卫星遥感中常用的电磁波谱



电磁波	波长	用途
紫外光	10nm~0.4um	监测气体污染和海面油膜污染
可见光	0.4~0.76um	测绘、自然资源调查和环境监测
红外光	0.76 um ~1mm	军事侦察，浅层地下水、城市热岛、水污染、森林火灾和岩石分类的调查
微　波	0.1 ~1cm	测绘、自然资源调查和环境监测

交变的电场和磁场相互激发所形成的连续不断的电磁振荡现象

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hunchi.com
2010.9

卫星遥感中的大气窗口

波段	用途
0.3~1.3um	可见光、部分紫外、近红外
1.5~1.8um 2.0~3.5um	近红外、中红外
3.5 ~5.5um	热红外
1.0mm ~1m	微波

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

在通过大气窗口时较少被散射、吸收和反射的电磁波谱

- ★ **系统辐射定标：**死像元、暗条带
- ★ **大气校正：**辐射传输模型、实测光谱、影像特征
- ★ **太阳位置引起的辐射误差校正：**阴影
- ★ **地形坡度坡向校正：**光照变化

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.5

- **空间分辨率：**遥感影像上能够详细区分的最小单元的尺寸或大小

- **光谱分辨率：**传感器所能记录的电磁波谱中某一特定波长的范围值

- **时间分辨率：**对同一目标进行重复探测时相邻两次探测的时间间隔

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.9

常用遥感卫星影像

卫星影像名称	分辨率 (m)	最大成图比例尺	一般判读的成图比例尺
Landsat MSS	79	1:500 000	1:250 000
Landsat TM	30	1:100 000	1:50 000
SPOT 1-4	20,10	1:50 000	1:25 000
SPOT 5	10,2.5	1:25 000	1:10 000
IKONOS	4,1	1:10 000	1:5 000
QuickBird	2.44,0.61	1:5 000	1:2 000

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

卫星遥感影像主要用于测绘/修测地形图、制作正射影像图或各种专题图

遥感图像解译的任务

通过对卫星遥感影像的解译，主要获取三方面信息：

- 目标地物的几何信息
- 目标地物的属性信息
- 目标地物的变化动态

湖南省测绘资质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2014.09

遥感图像解译的特征

直接解译标志

- 形状
- 大小
- 阴影
- 色调
- 纹理
- 图案
- 位置
- 布局

间接解译标志

- 综合分析
- 相关分析

湖南省测绘职业技能鉴定站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnbzj.com
2010.09

遥感图像的目视解译方法

- ★ **原则：**总体观察，综合分析，对比分析，重点分析，尊重影像的客观实际
- ★ **步骤：**从已知到未知，先易后难，先山区后平原，先地表后深部，先整体后局部，先宏观后微观，先图形后线形
- ★ **方法：**
  - 直判法
  - 对比法
  - 邻比法
  - 动态对比法
  - 逻辑推理法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

1. 了解影像的辅助信息
2. 分析已知的专业资料
3. 建立解译标志
4. 室内解译
5. 地面实况调查
6. 详细解译
7. 类型转绘与制图

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09



5

摄影测量与遥感处理系统

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

通用计算机＋专用数字摄影测量软件系统

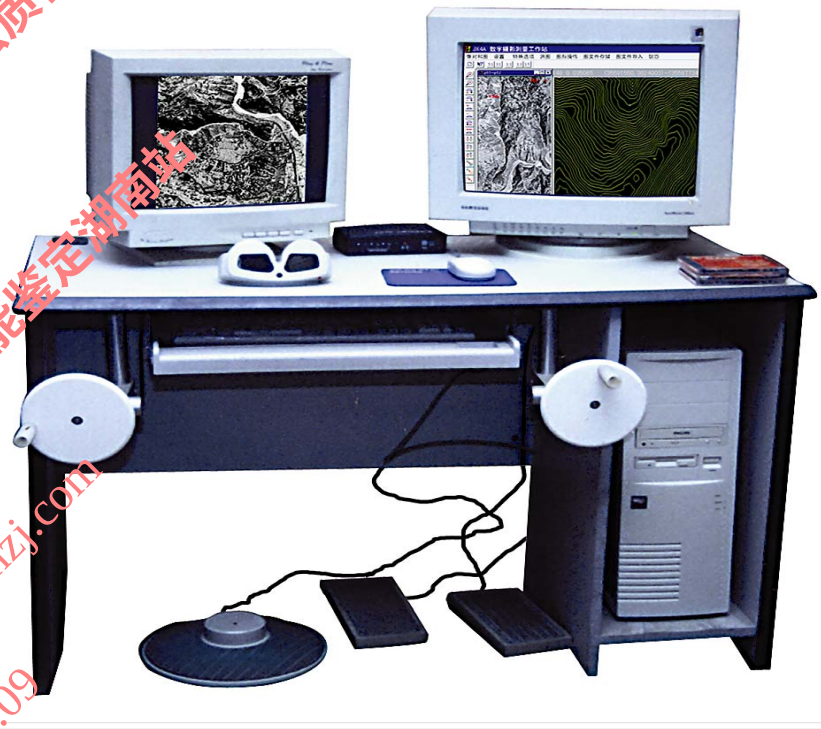
- 影像数字化
- 影像预处理
- 坐标量测
- 影像定向
- 空中三角测量
- 建立DEM及其编辑
- 自动绘制等高线
- 制作DOM
- DOM镶嵌与修补
- 数字测图
- 制作影像地图
- 制作透视图、景观图
- 近景摄影测量
- 遥感图像处理

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

常用数字摄影测量系统



VirtuoZo 数字摄影测量系统



JX-4 数字摄影测量系统

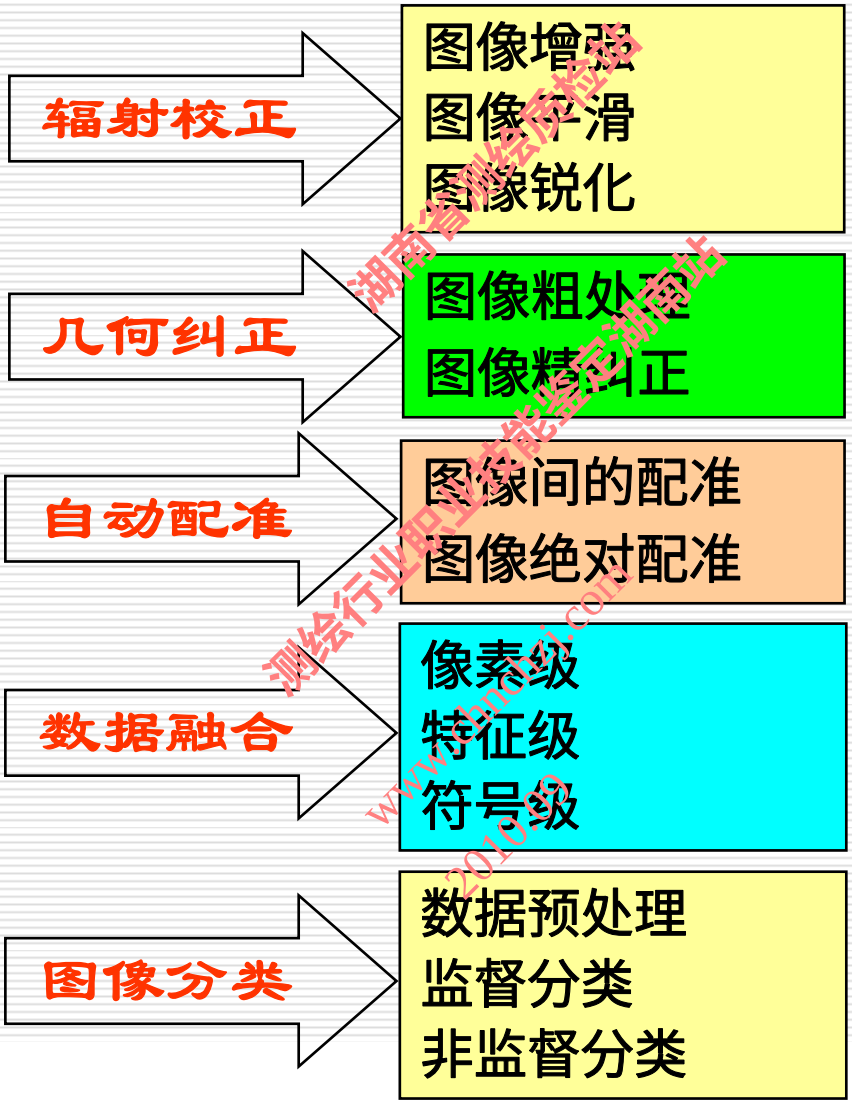
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

遥感图像处理的目的

- 利用遥感图像处理技术获得满足一定精度要求的各种图件
- 从遥感图像中快速准确地提取所需信息
- 为遥感图像的计算机解译奠定基础

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

遥感图像处理的内容



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定题库
www.hnmap.com
2010.9

遥感图像处理系统

硬件系统

- 计算机
- 输入设备
- 输出设备
- 存储设备
- 操作台

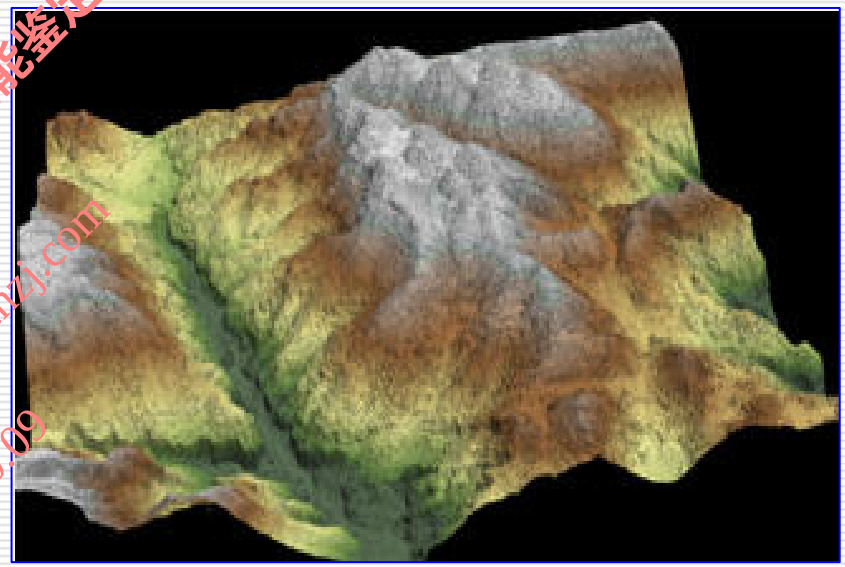
软件系统

- 数据存取
- 辐射校正
- 几何纠正
- 统计分析
- 图像分类
- 特征提取
- 成果输出
- 其他功能

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

LiDAR是20世纪90年代发展起来的新型传感器，集激光扫描、POS于一体，可直接获取DSM





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

机载LiDAR系统的应用

- 获取大范围高精度 DSM / DEM
- 测制带状目标地形图
- 测绘线状地物线路图（电力线、输气管线、高速公路等）
- 直接获取森林地区真实地表的高精度三维信息
- 海岸带地形测量
- 土地剖面图测量
- 危险区域的测量
- 数字城市三维建模数据的采集
- 高空间采样密度的地形测量（灾害评估、矿区堆积物等）
- 大地水准面确定

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.3

车载移动测图系统



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

注册测绘师资格考试辅导



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

6

- 航测外业

像片判读的定义

像片判读是根据影像所显示的各种规律，借助相应的仪器设备和相关资料，采用一定方法对影像进行分析判断，从而确定影像所表达的地物属性、特征，为测制地形图或其他专业部门提供必要的地形要素

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

像片调绘的定义

像片调绘是在像片判读的基础上，把影像所代表的地物识别和辨认出来，并按规定图式符号和注记方式表示在航摄像片上

一般采用先室内判读，后野外检查补绘的调绘方法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

像片调绘的主要内容

- 地理名称（地名、单位、街道、居民地、河流等的名称）
- 地类及地类界
- 独立地物
- 居民地
- 道路及其附属设施
- 屋檐改正信息
- 工农业设施
- 地上管线设施
- 水系、地貌和植被等信息

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

像片调绘的综合取舍原则

地物在地形图上表示合理，主次分明，重点突出

- 根据地形元素的作用
- 根据地形元素的分布密度
- 根据地形元素的特征
- 根据成图比例尺的大小
- 根据用户对地形图的要求

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

像片调绘的一般要求

- 判读准确，描绘清晰，图式符号恰当，注记无误
- 图上依比例尺表示的地物，尽作性质和数量说明
- 影像模糊或遮盖的地物可在调绘片上补调
- 补调面积较大、新增的地物，变化的地形和地貌，需采用全野外数字测图方法进行补测
- 拆除的建筑物应在像片上用红×划去，范围较大时应加注说明

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncha.com
2010.09

野外像片调绘作业

1. 准备工作
2. 像片判读
3. 综合取舍
4. 着铅
5. 询问调查
6. 量测
7. 补测新增地物
8. 清绘
9. 接边

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

通过野外控制测量获得航摄像片定向所需的控制点

- 全野外布点
- 非全野外布点
- 特殊情况的布点

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

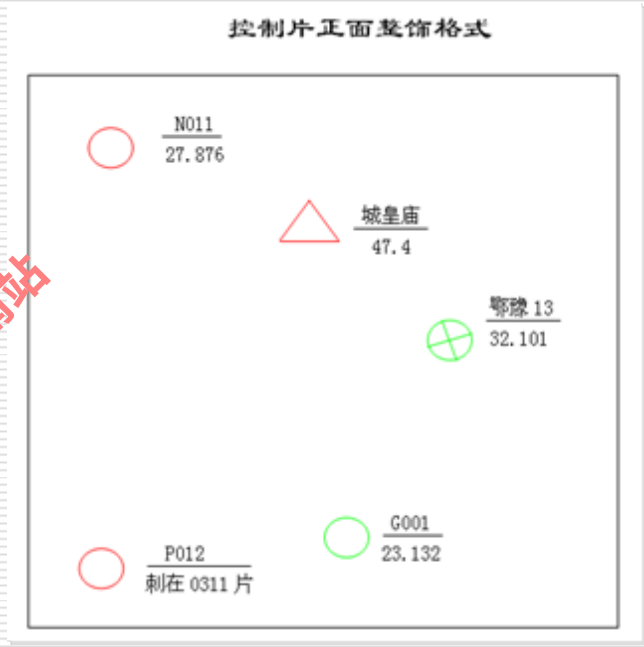
像控点的选择原则

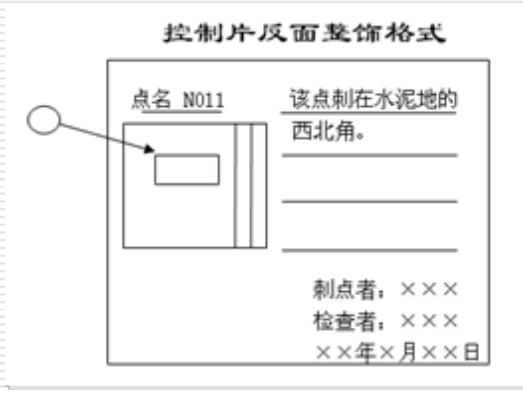
- 明显地物点
- 航向及旁向 6 度重叠范围内
- 旁向重叠中线附近
- 距像片边缘不小于 1~1.5cm
- 离通过像主点且垂直于基位线的直线不超过 1cm，最大不超过 1.5cm
- 自由图边、待成图边及其他成图方法成图的图边控制点一律布在图廓线外

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

像控点的点之记

- 在最清晰的一张像片上刺点
- 刺孔直径不得大于**0.1mm**
- 刺点误差小于像片上**0.1mm**
- 同一控制点只能在一张像片上刺孔
- 国家等级的三角点、水准点及小三角点均应刺点
- 像控点应根据刺孔位置在实地打桩
- 一个测区内的控制点应统一编号，采用字母加数字的编号方法，**P**代表平面点，**G**代表高程点，**N**代表平高点
- 像控点必须在刺点片上进行整饰





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

- 像控点的平面位置采用GPS RTK、电磁波测距导线、交会及引点等方法施测
- 像控点的高程采用测图水准、电磁波测距高程导线、GPS 高程等方法施测
- 像控点测量结束后必须与相邻图幅或区域进行控制接边

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chzj.com
2010.09



7

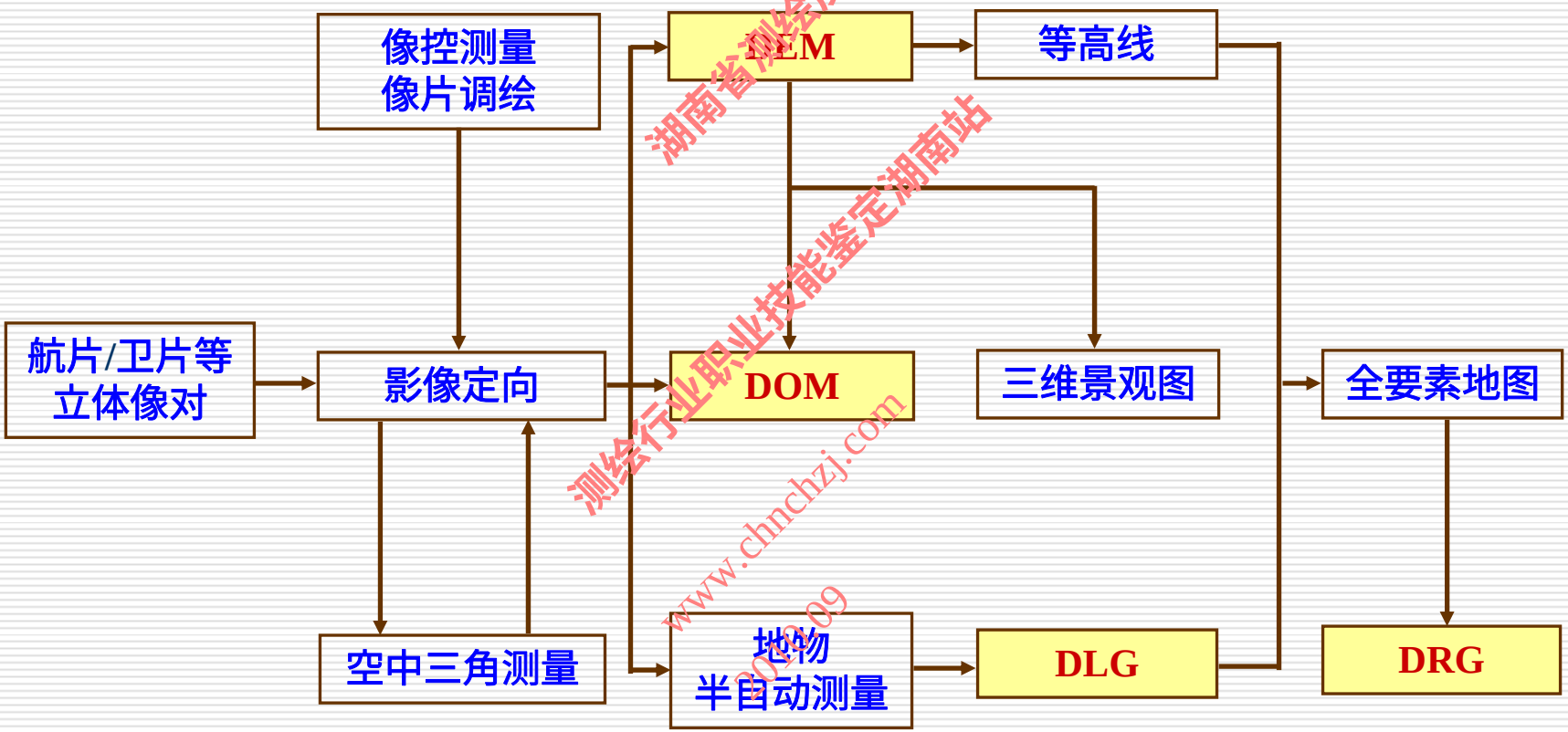
- 4D产品生产

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

- 数字高程模型：DEM (Digital Elevation Model)
- 数字正射影像：DOM (Digital Orthophoto Map)
- 数字线划地图：DLG (Digital Line Graphics)
- 数字栅格地图：DRG (Digital Raster Graphics)

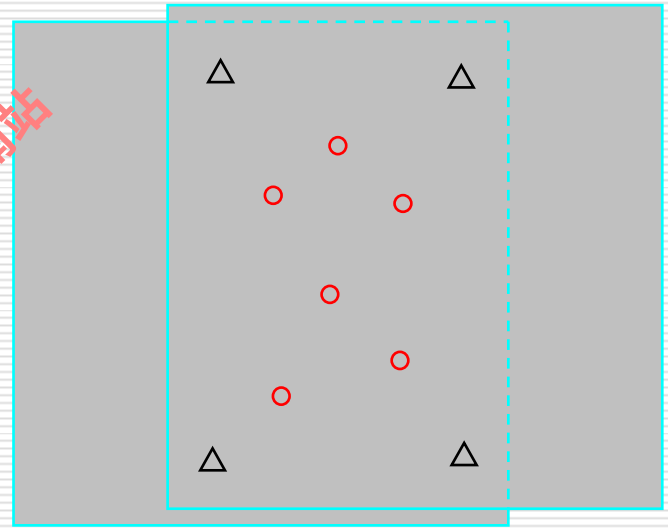
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chncheji.com
2010.09

4D产品生产的数据流程



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com

解析空中三角测量的定义



- 利用计算的方法，根据航摄像片上所量测的像点坐标和必要的用以确定平差基准的非摄影测量信息测定所摄目标地区未知点的物方空间坐标，称之为**解析空中三角测量**

俗称**摄影测量加密、电算加密**

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chinacezj.com
2010.09

解析空中三角测量的意义

- 不触及被量测目标即可测定其位置和几何形状
- 可快速地在大范围内同时进行点位测定，以节省野外测量工作量
- 不受通视条件限制
- 摄影测量平差时，区域内部精度均匀，且不受区域大小限制

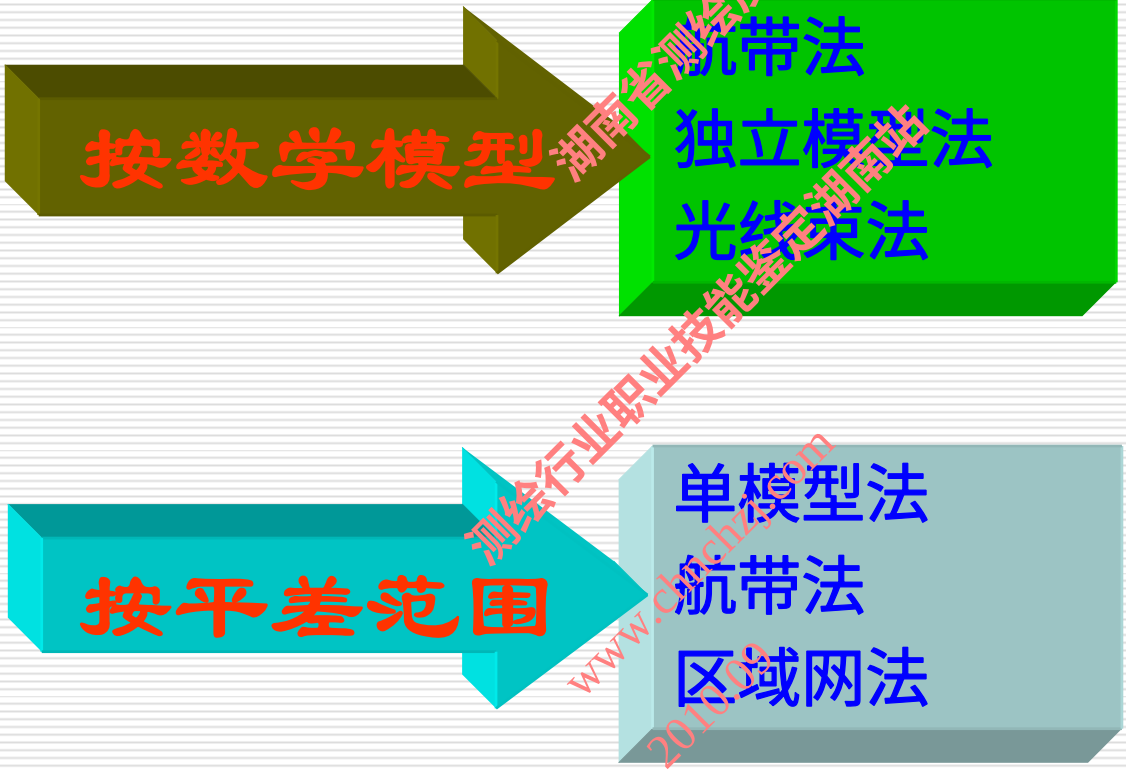
湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

解析空中三角测量的目的

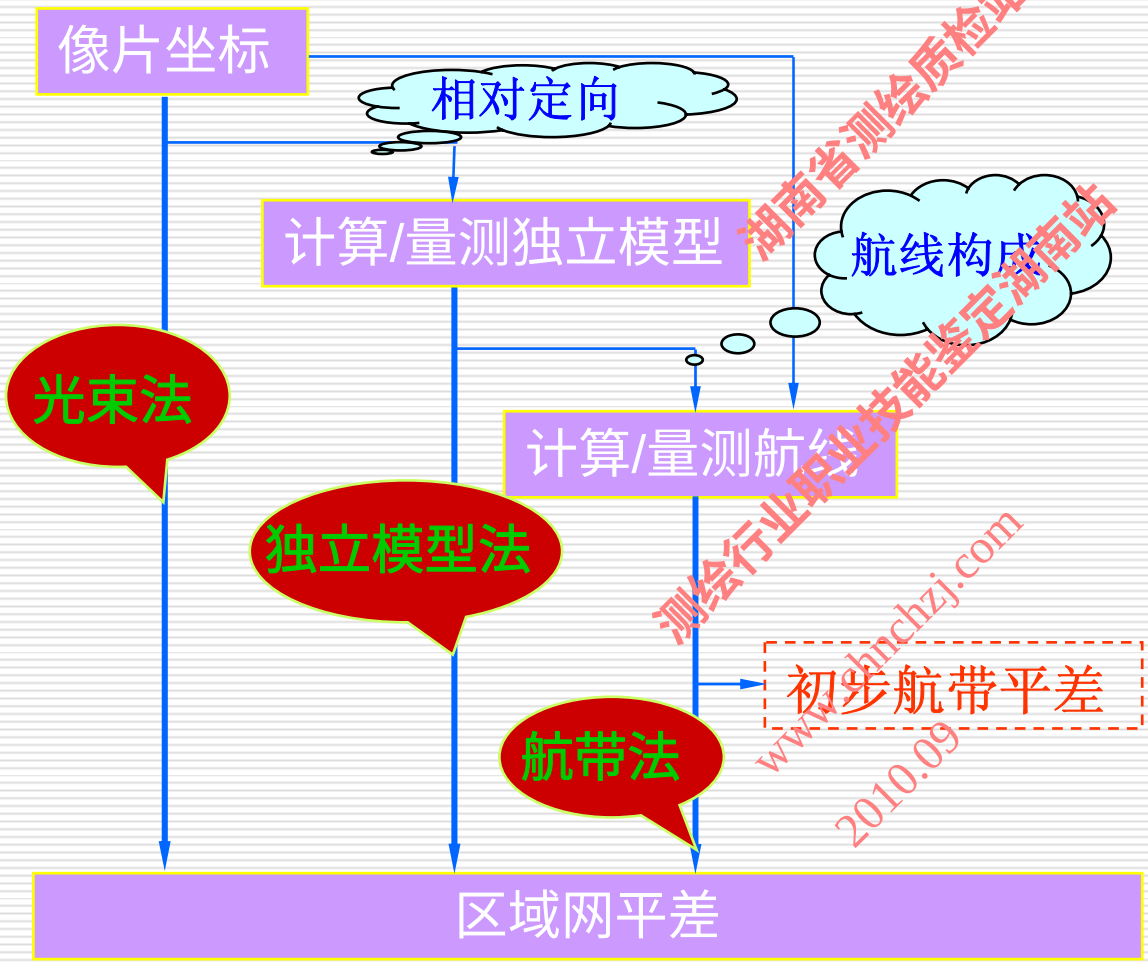
- 为4D产品生产提供定向控制点和影像定向参数
- 进行三、四等或等外三角测量的点位测定
- 测定大范围内界址点的统一坐标
- 单元模型中大量地面点坐标的计算
- 解析近景摄影测量和非地形摄影测量

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定指导站
www.chnbzj.com
2010.09

解析空中三角测量的分类



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chchzjn.com
2010.09



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

- **航带法**

  解求航线的非线性改正参数

- **独立模型法**

  解求模型的相似变换参数

- **光束法**

  解求像片的外方位元素及物点坐标

解析空中三角测量的精度

理论精度

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{V^{\mathrm{T}} PV}{r}}$$

$$m_x = \sigma_0 \sqrt{(Q_{xx})_{ii}}$$

实际精度

$$\mu_X = \sqrt{\frac{\sum (X_{控} - X_{摄})^2}{n_X}}$$

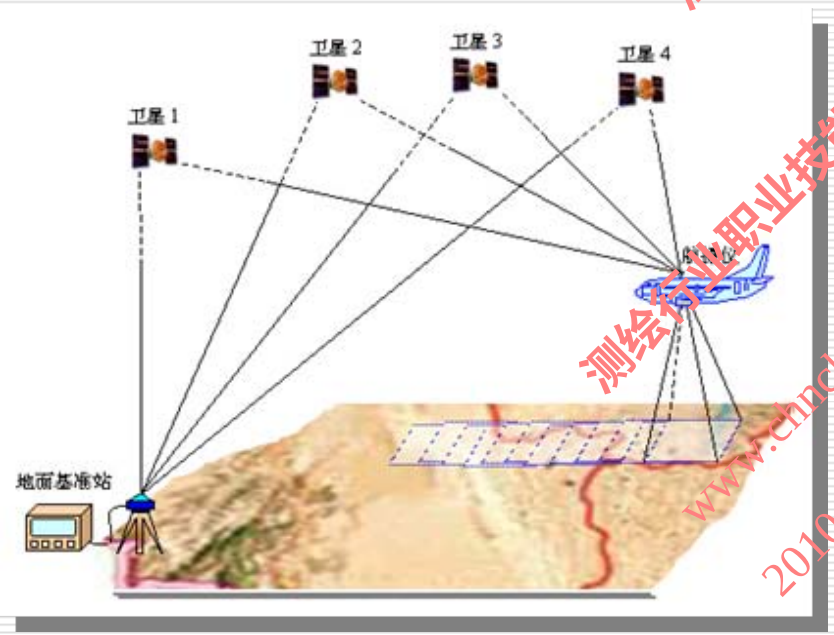
$$\mu_Y = \sqrt{\frac{\sum (Y_{控} - Y_{摄})^2}{n_Y}}$$

$$\mu_Z = \sqrt{\frac{\sum (Z_{控} - Z_{摄})^2}{n_Z}}$$

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

GPS辅助空中三角测量

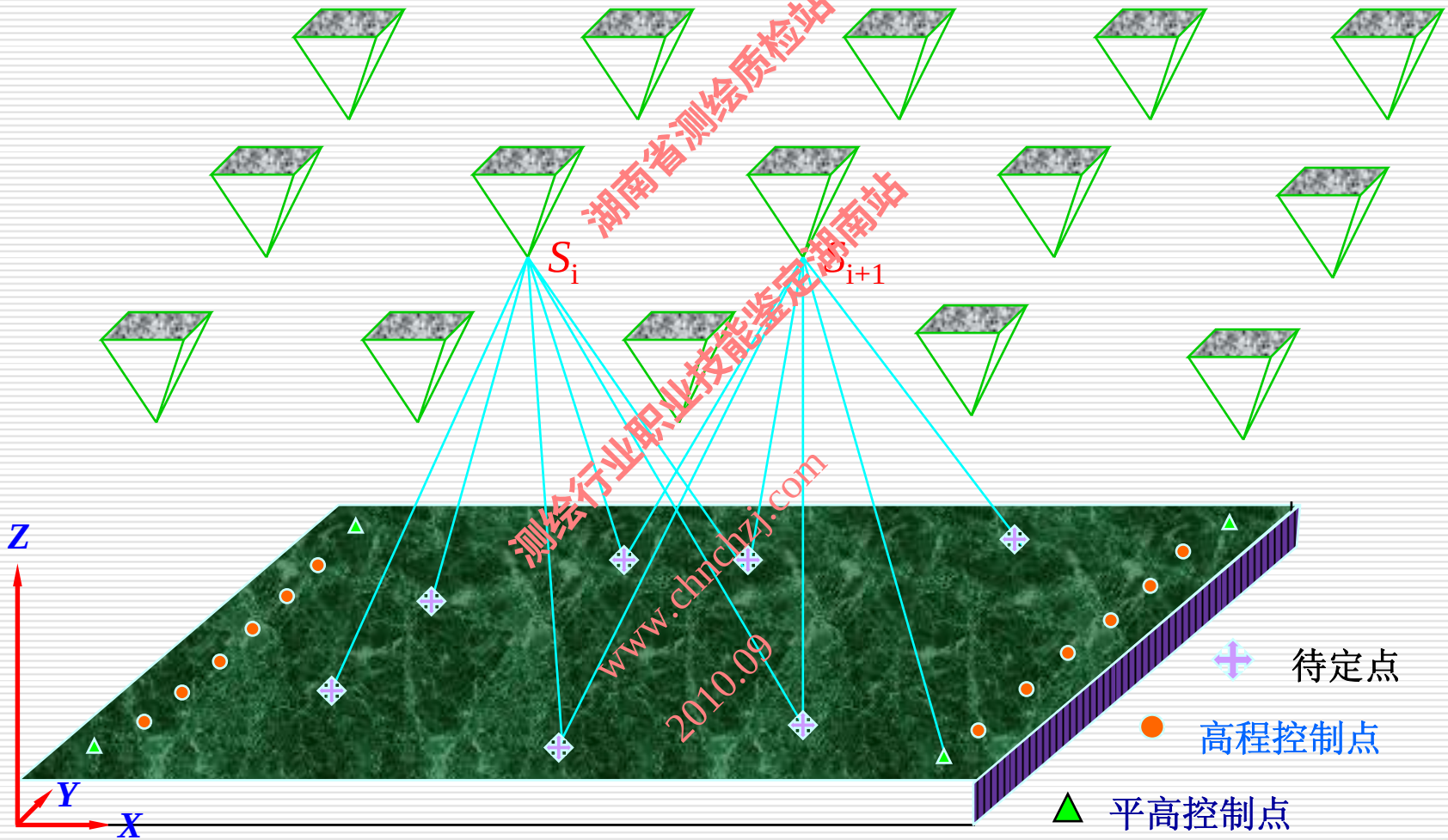
GPS-supported Aerial Triangulation



利用安装在航摄飞机上与航摄仪相连的GPS接收机连续观测GPS卫星信号、获取航空摄影瞬间航摄仪快门开启脉冲，经GPS载波相位测量定位技术的离线数据后处理获取航摄仪曝光时刻摄站的三维坐标，然后将其视为带权观测值引入摄影测量区域网平差中，经采用统一的数学模型来整体确定地面目标点位和像片方位元素，并对其质量进行评定的理论、技术和方法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

GPS辅助空中三角测量

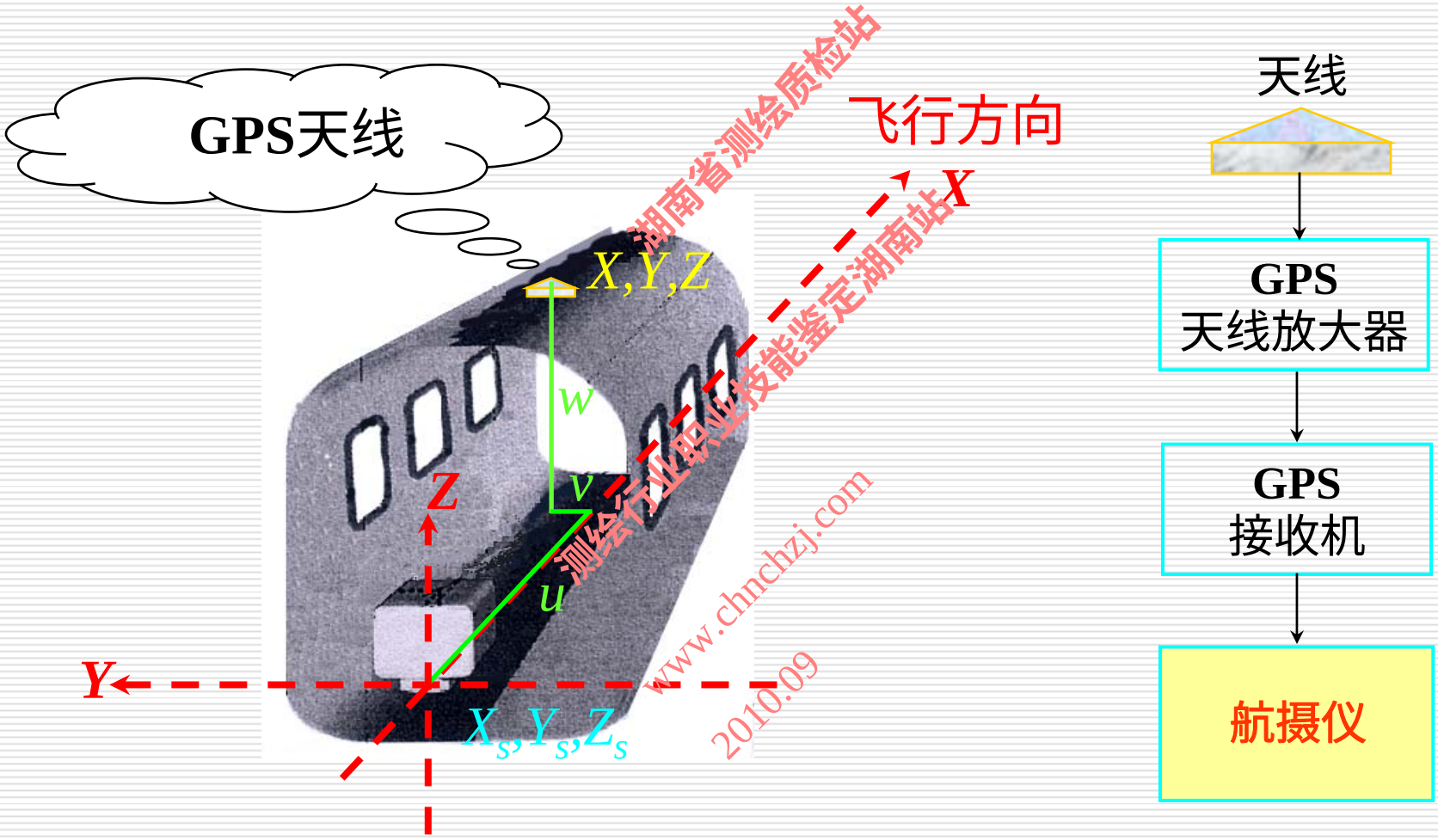


湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

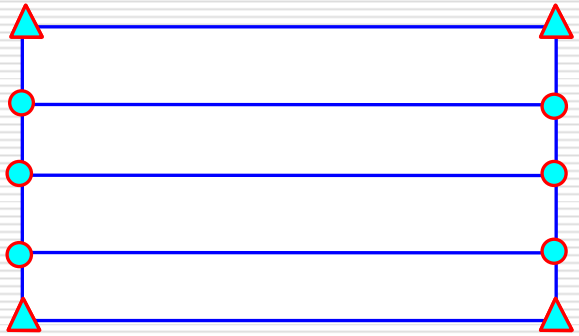
- 现行航空摄影系统改造及偏心测定
- 带GPS接收机的航空摄影
- 解求GPS摄站坐标
- GPS摄站坐标与摄影测量数据的联合平差

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chinajzj.com
2010.09

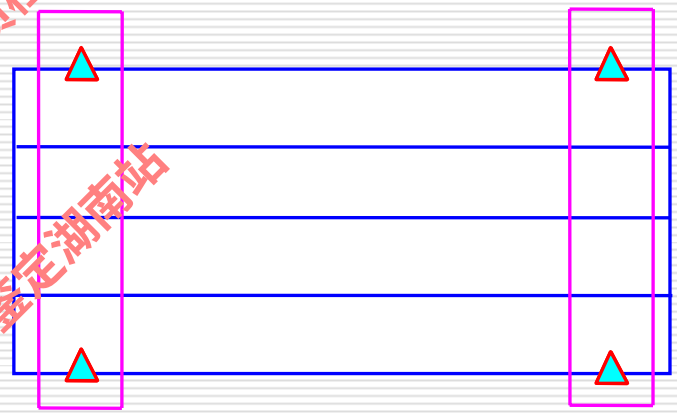
GPS辅助空中三角测量



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09



(a) 四角平高控制点＋
2排高程控制点



(b) 四角平高控制点＋
2条垂直构架航线

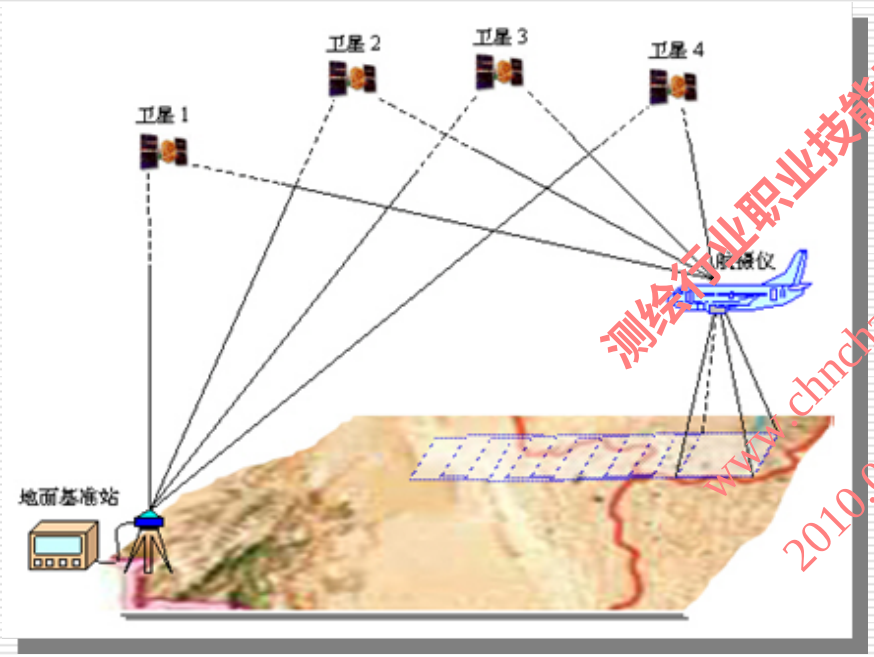
△ 平高地面控制点　　○ 高程地面控制点

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

GPS空三对地面控制点的要求

POS辅助空中三角测量

POS-supported Aerial Triangulation



利用安装于飞机上与航摄仪相连接的POS系统连续观测GPS卫星信号、同时测定航空摄影瞬间航摄仪的位置和姿态，经GPS载波相位测量动态定位技术的离线数据后处理获取航摄仪曝光时刻摄站的三维坐标及影像的姿态角，然后将其视为带权观测值引入光束法区域网平差中，经采用统一的数学模型来整体确定地面目标点位和像片方位元素，并对其质量进行评定的理论、技术和方法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

POS辅助空中三角测量

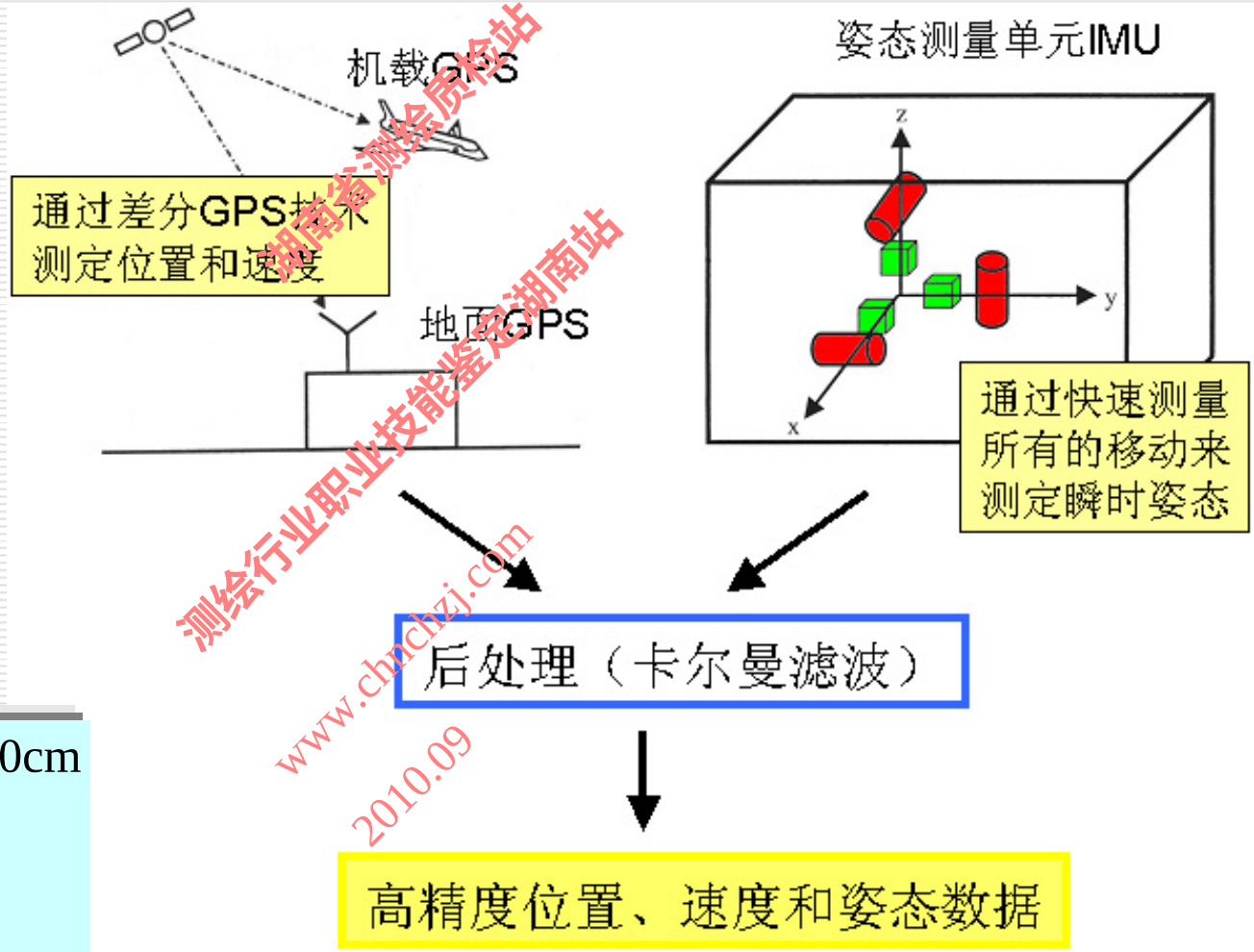
直接测量摄影时刻像片位置和姿态

精度

$$m_{X_S} = m_{Y_S} = m_{Z_S} = 5 \sim 10\text{cm}$$

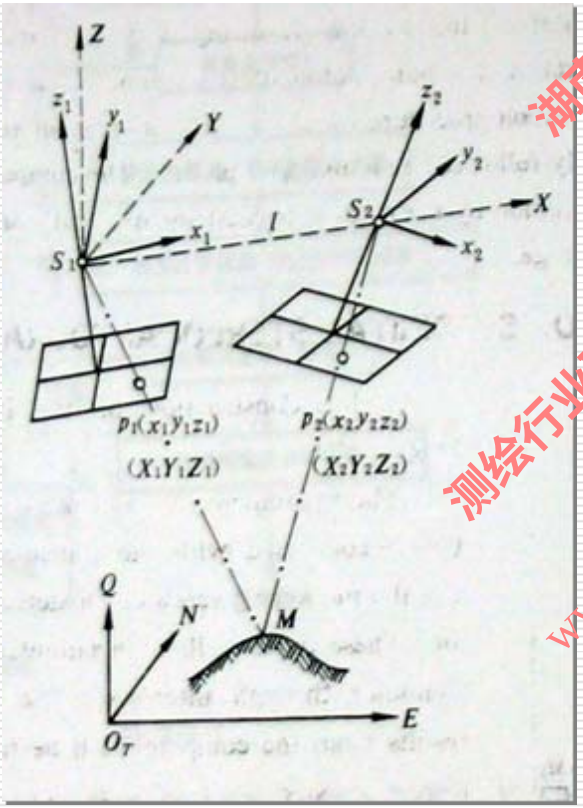
$$m_{\varphi} = m_{\omega} = 0.005° = 18''$$

$$m_{\kappa} = 0.01° = 36''$$



测绘行业职业技能鉴定湖南站
湖南省测绘质检站
www.chnchzj.com
2010.09

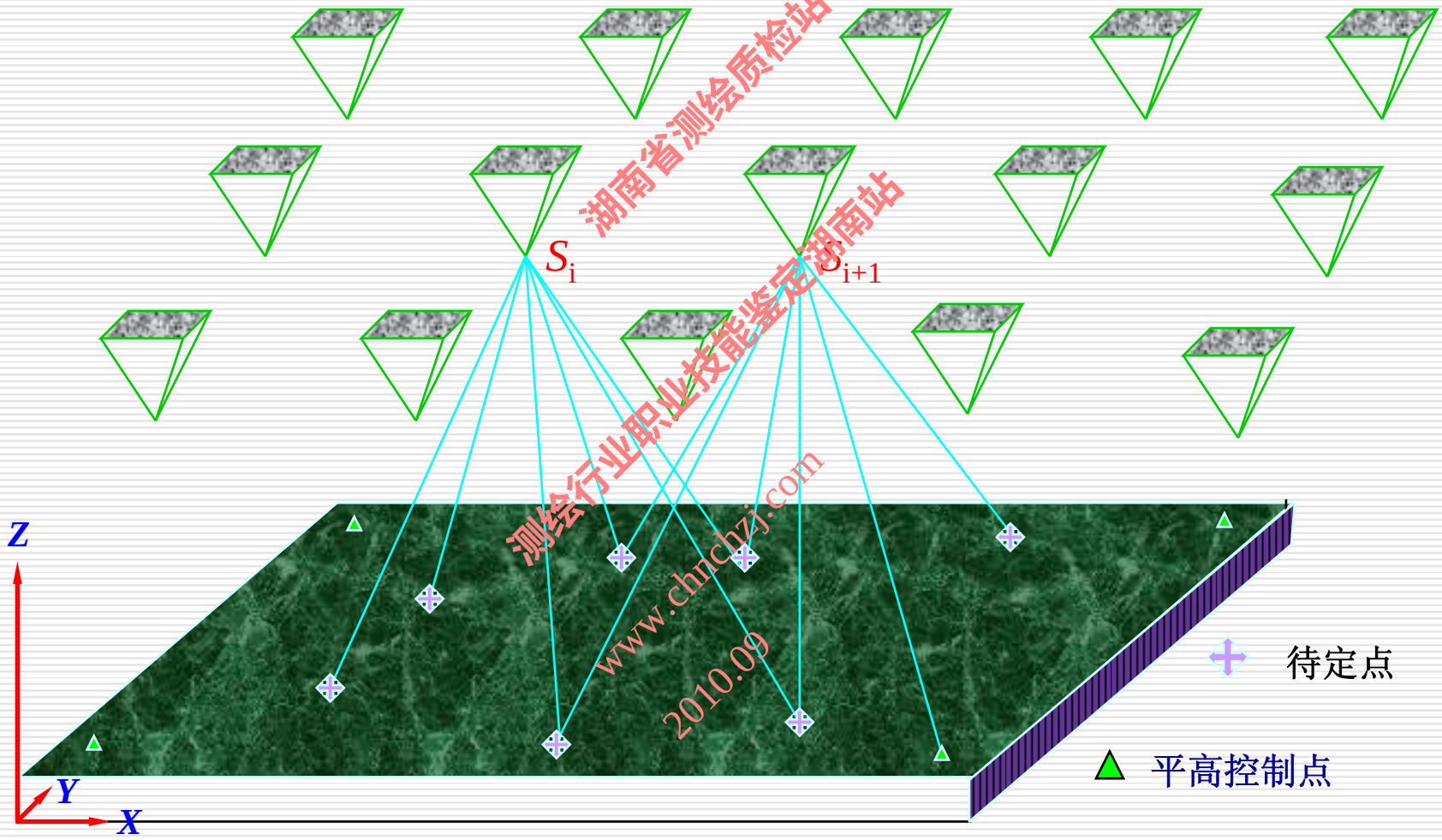
POS-direct Georeferencing



- 立体像对
  空间前方交会
- 多像
  空间前方交会

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

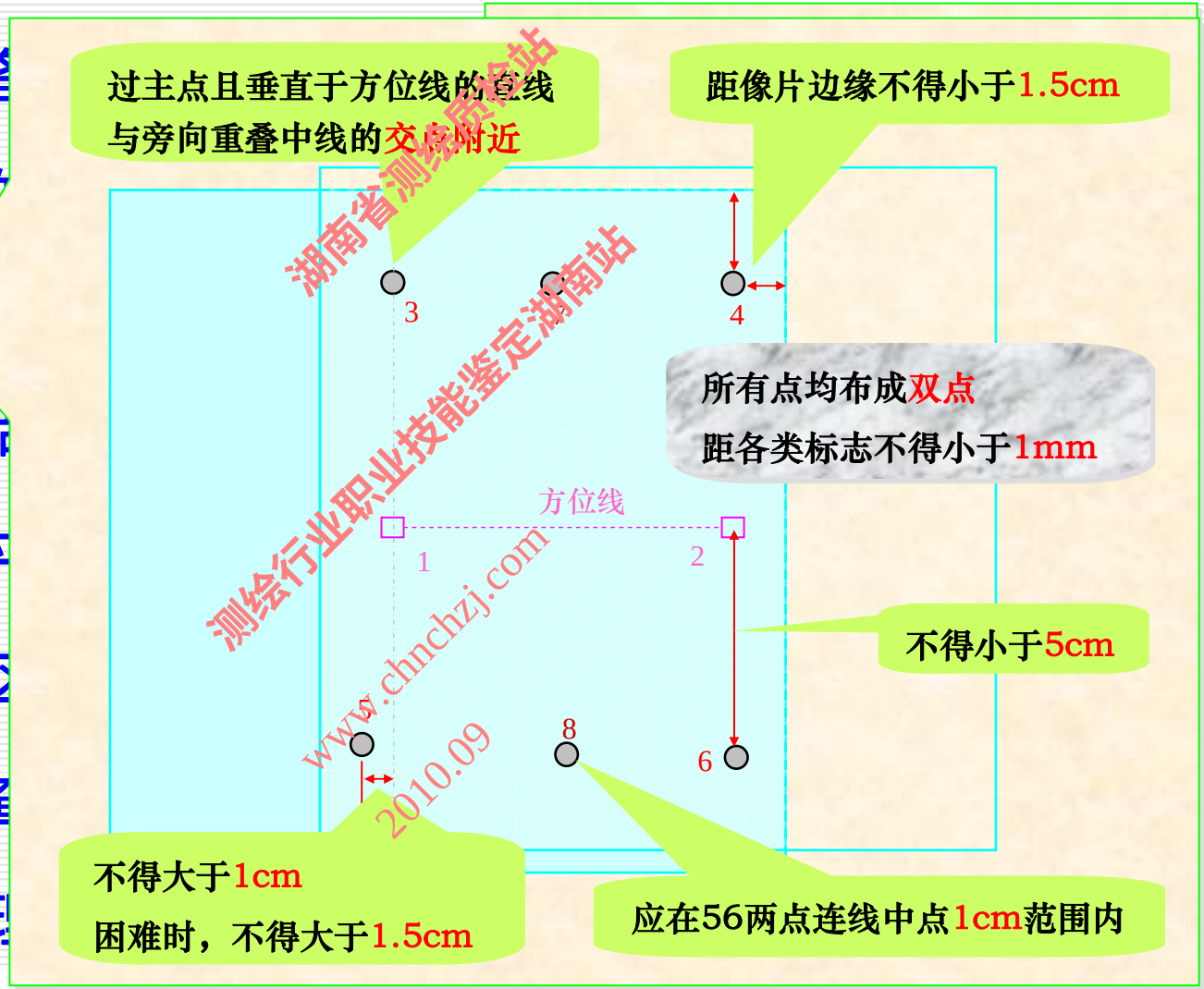
POS辅助空中三角测量



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

解析空中三角测量案例

1. 资料准备
2. 像控点布
3. 加密
4. 相对定向
5. 区域网平
6. 加密分区
7. 质量检查
8. 成果整理



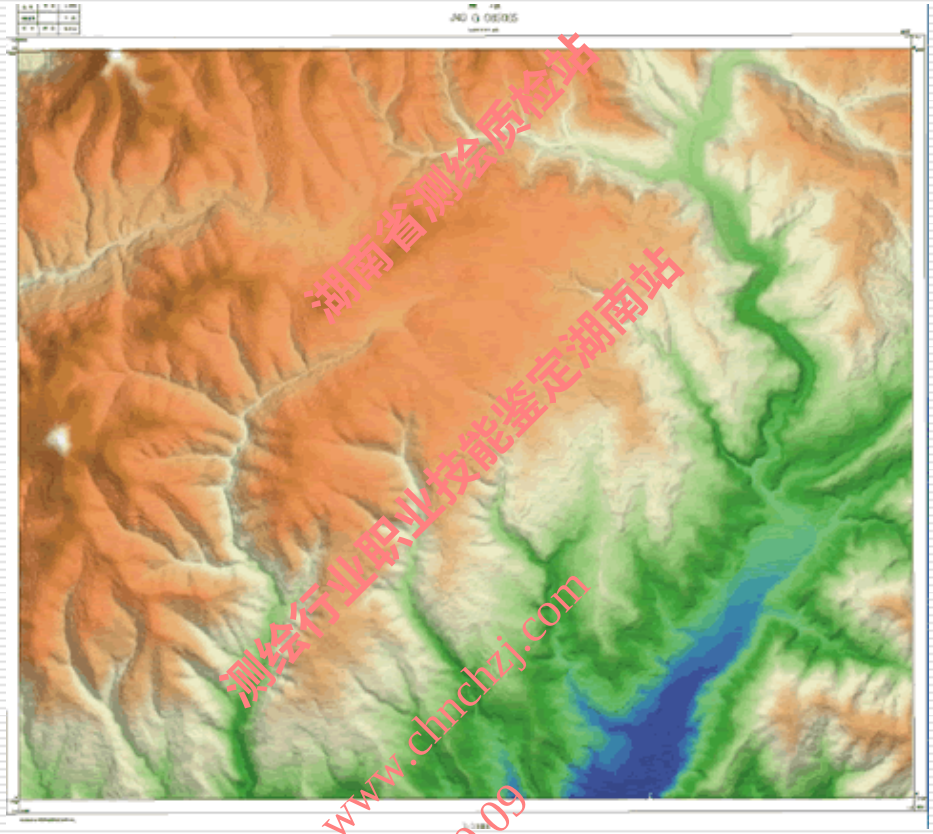
解析空中三角测量案例

1. 资料准备
2. 像控点的转刺
3. 加密点的选点观测
4. 相对定向
5. 区域网平差计算
6. 加密分区接边
7. 质量检查
8. 成果整理与提交

- 定向点残余上下视差
- 起算数据文件
- 像点坐标原始观测值文件
- 平差后加密点大地坐标文件
- 影像外方位元素文件
- 精度评定文件
- 测区加密分区图
- 区域网略图
- 成果检查与技术总结报告

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

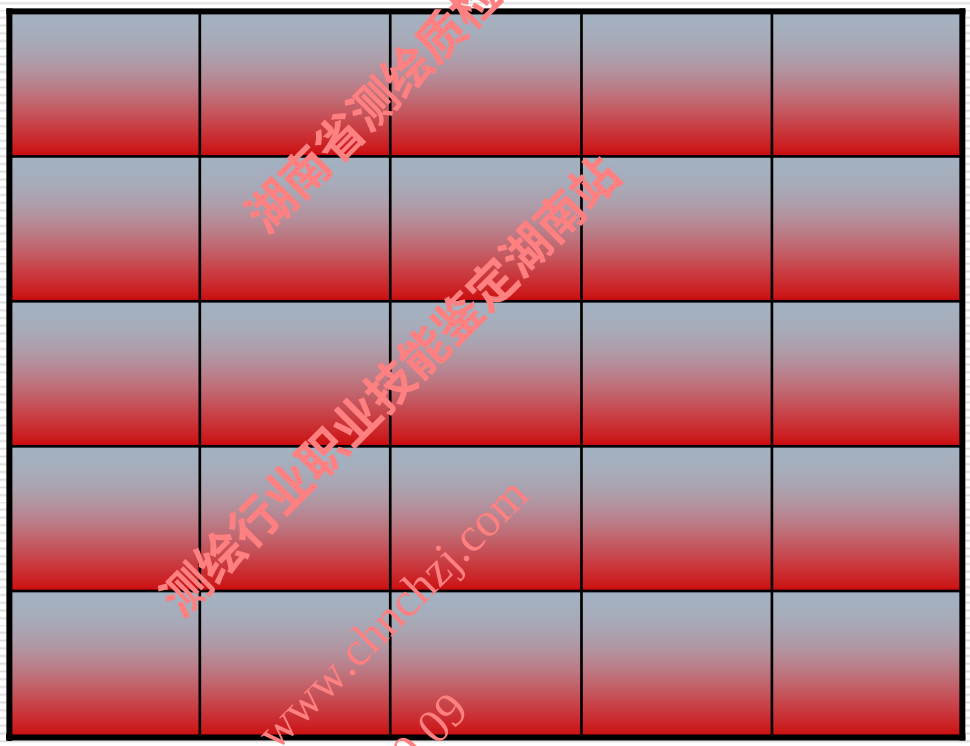
DEM的概念



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

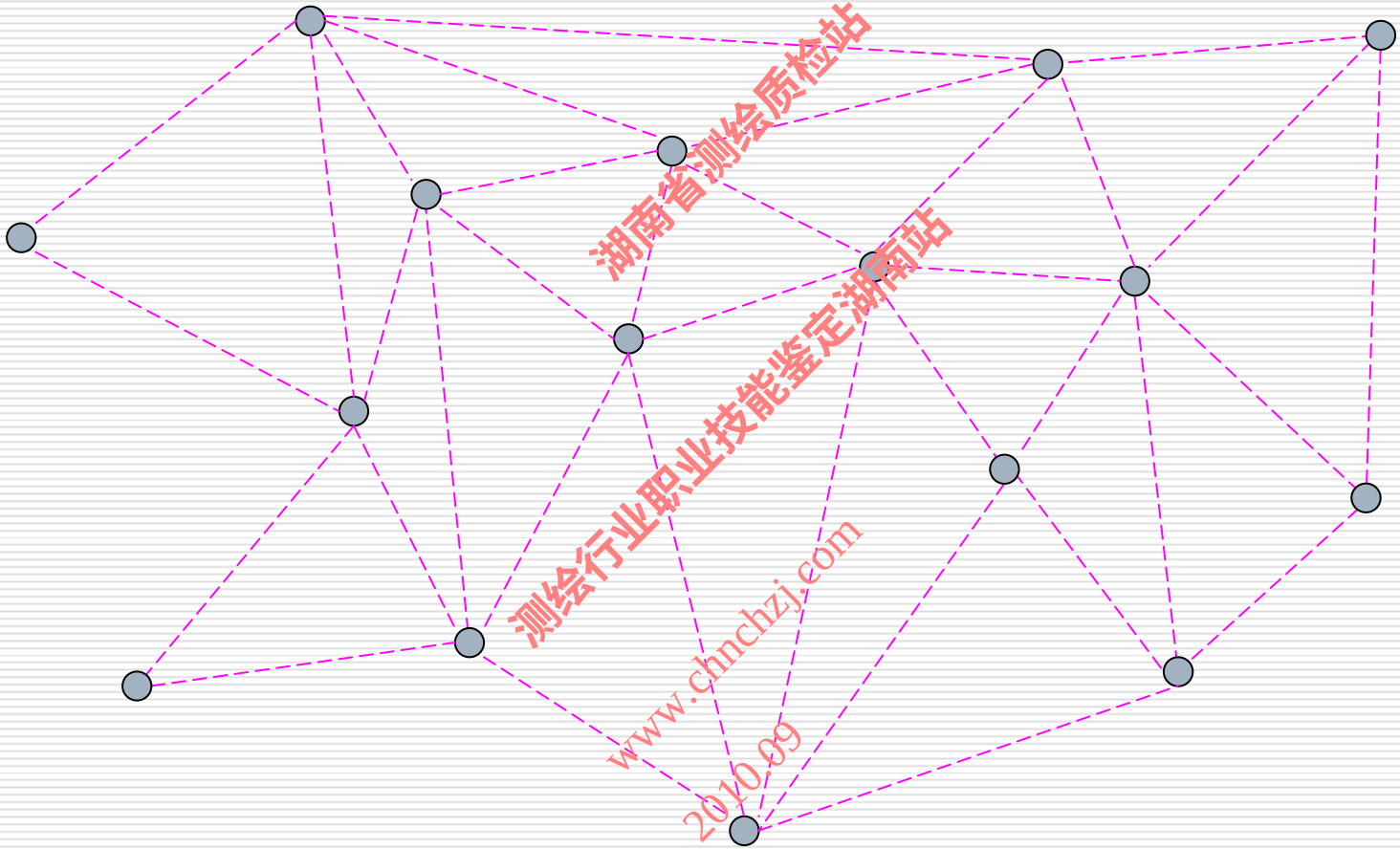
数字高程模型DEM（Digital Elevation Model）是用一组有序数值表示地面高程的一种实体地面模型

DEM的表示



规则格网DEM

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

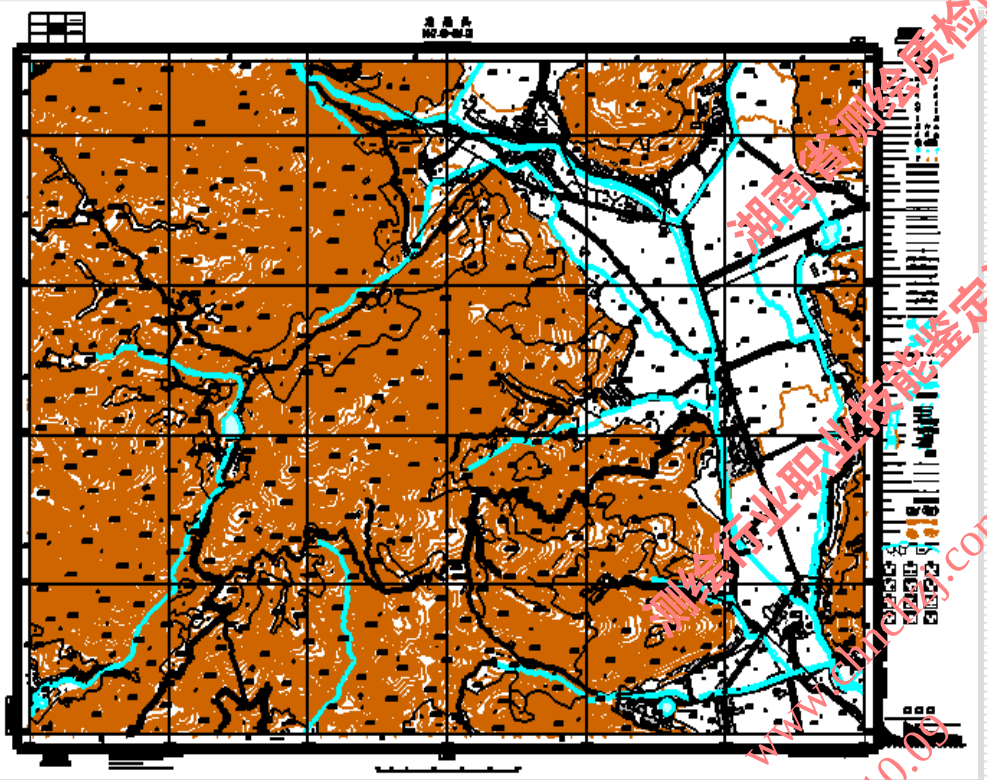
不规则三角网TIN





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

地面测量



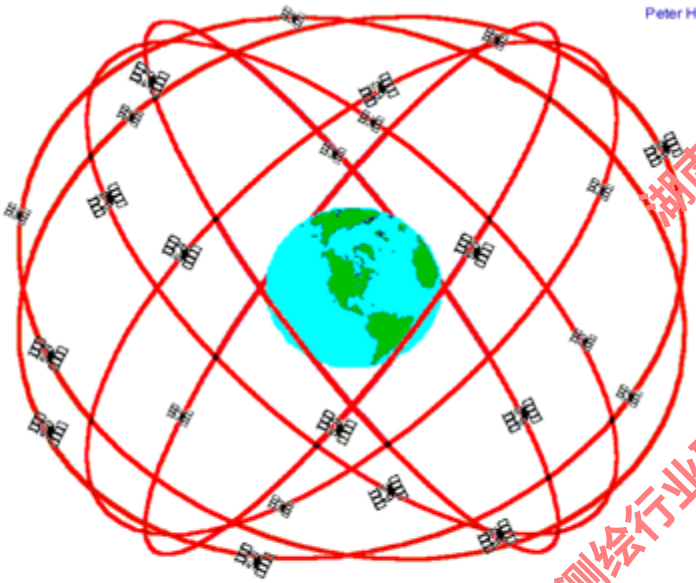
- 手扶跟踪数字化
- 扫描数字化

地图数字化

DLG

湖南省测绘资质检站 测绘行业职业技能鉴定湖南站 www.chinacehui.com 2010.09

DEM的采集



GPS

GPS Nominal Constellation
24 Satellites in 6 Orbital Planes
4 Satellites in each Plane
20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination



LiDAR

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

空间传感器获取

DEM的内插方法

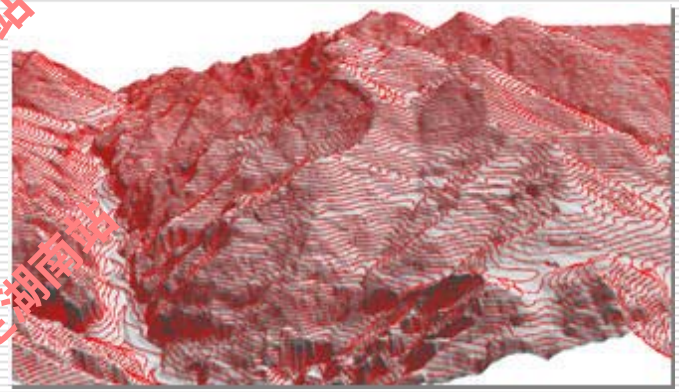
根据一系列数据点上的高程信息获拟合反映地表起伏的特征，并内插出指定点的高程信息

- 线性内插法
- 双线性多项式内插法
- 分块双三次多项式内插法
- 移动曲面拟合内插方法

湖南省测绘资质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

DEM的应用

- 等高线自动绘制
- 立体透视图制作
- 坡度、坡向计算
- 土方量计算
- 水文、气象、地质分析
- 蜂窝电话的基站分析





湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

航测法生产DEM案例

1. 资料准备
2. 定向建模
3. 特征点线采集
4. 构建 TIN 内插 DEM
5. DEM 数据编辑
6. DEM 数据接边
7. DEM 数据镶嵌与裁切
8. 质量检查
9. 成果整理与提交

- 数字/数字化航摄影像
- 内定向框标点量测误差

- 检查相邻模型重叠区中同名格网点的高程差Dh
- 当Dh>2倍高程中误差时，视

- **DEM 数据文件**
- 原始特征点线数据文件
- 元数据文件
- **DEM 数据文件结合表**
- 质量检查记录
- 质量检查（验收）报告
- 技术总结报告

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

DOM的概念



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

数字正射影像图DOM（Digital Orthophoto Maps）是利用航空/卫星遥感影像，经逐像元纠正，按图幅裁切成的影像图

航空摄影测量法

- 正射参数设置
- 正射纠正
- 正射影像镶嵌
- 图幅影像裁切

航天遥感测量法

- 波段选择
- 正射纠正

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

- 野外检测：检查正射影像的绝对精度
- 与等高线图或线划地图套合后进行目视检查
- 利用左右影像制作两幅正射影像，构成零立体，通过量测影像上同名点的视差进行检测

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

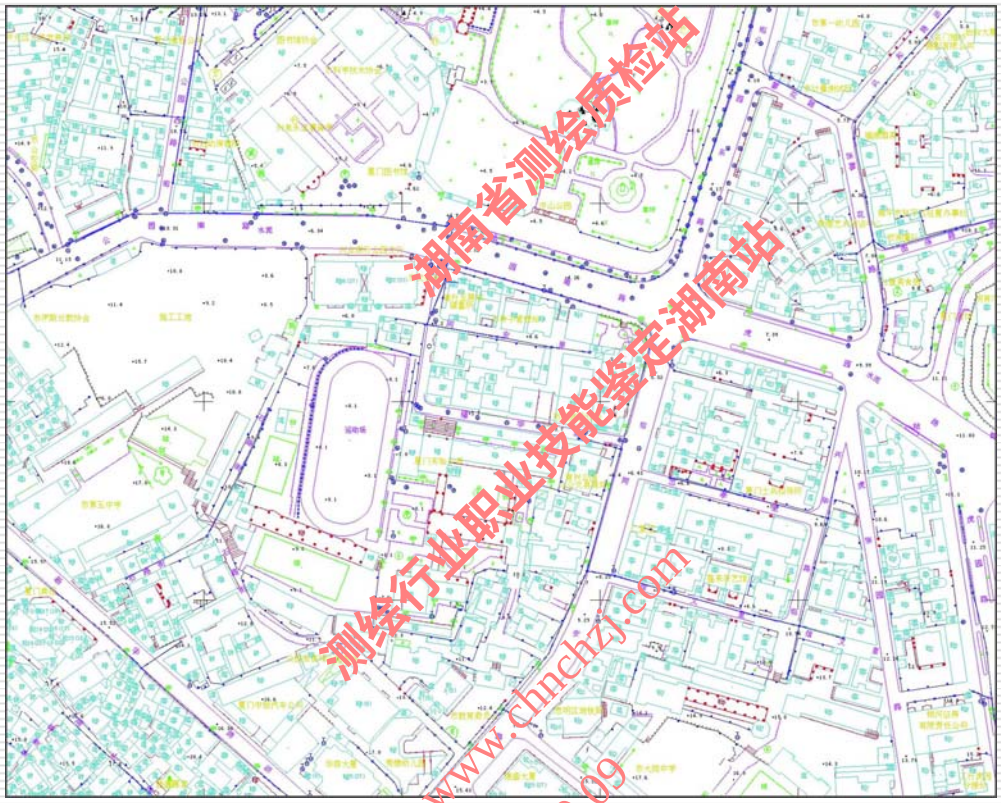
航测法生产DOM案例

1. 资料准备
2. 色彩调整
3. DEM 采集
4. 影像纠正
5. 影像镶嵌
6. 图幅裁切
7. 质量检查
8. 成果整理与提交

- 数字/数字化航摄影像
- 影像匀光（影像内光照均匀）
- 按图幅范围选取待镶嵌DOM
- 空间参考坐标系
- **DOM** 数据文件
- **DOM** 镶嵌线数据文件
- 元数据文件
- **DOM** 数据文件结合表
- 质量检查记录
- 质量检查报告
- 技术总结报告

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

DLG的概念



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

数字线划地图DLG（Digital Line Graphs）是现有地形图上基础地理要素分层存储的矢量数据集

- 航空摄影测量法
  - 先外后内测图方式
  - 先内后外测图方式
  - 内外采编一体化测图方式
- 航天遥感测量法
- 地形图扫描矢量化法
- 数字线化图缩编法

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

航测法生产DLG案例

1. 资料准备
2. 像对定向
3. 外业调绘与补测
4. 立体测图
5. 图形编辑与接边
6. 质量检查
7. 成果整理与提交

- 数字/数字化航摄影像
- 居民地（房檐改正、轮廓闭合、周围建筑关系）
- 点状地物（突出表示、可移位0.2mm表示）
- 交通设施（单双线表示、可移位0.2mm表示）
- 空间参考系（大地基准、高程、地图投影）
- 位置精度（平面、高程、几何位移、矢量接边）
- DLG 数据文件
- 回放 DLG
- 元数据文件
- DLG 数据结合表
- 质量检查报告
- 技术总结报告

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09

DRG的概念



湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chrchzj.com
2010.09

数字栅格地图DRG（Digital Raster Graphic）是纸质地形图的栅格形式的数字化产品

对单色或彩色原图扫描时，原图必须平整、无折、点线清晰、色彩标准，现势性符合标准要求

- **图形扫描：** 扫描分辨率一般不低于 400dpi
- **图幅定向：** 将 DRG 扫描仪坐标变换为高斯投影平面坐标
- **几何校正：** 消除地图及产生的几何畸变
- **色彩纠正：** 对 DRG 进行编辑、设色及色彩校正

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.hnchzj.com
2010.09

再 见

湖南省测绘质检站
测绘行业职业技能鉴定湖南站
www.chnchzj.com
2010.09