1.图像校正

④数字图像几何纠正中控制点的选择

●地面控制点（GCP，Ground Control Point）：一些特定的象元，其地图坐标为已知。

地面控制点特点：

- 人工地物
- 线性地物交叉点
- 不易随时间变化的目标

分布：较均匀分布与图像范围内，保证足够数量

1.图像校正

控制点的选择时的注意问题

- 多项式纠正法的精度与地面控制点（GCP）的精度、分布、数量及纠正范围有关;

- GCP的位置精度越高，则几何纠正的精度越高；适当增加GCP的个数，可以提高几何纠正的精度。

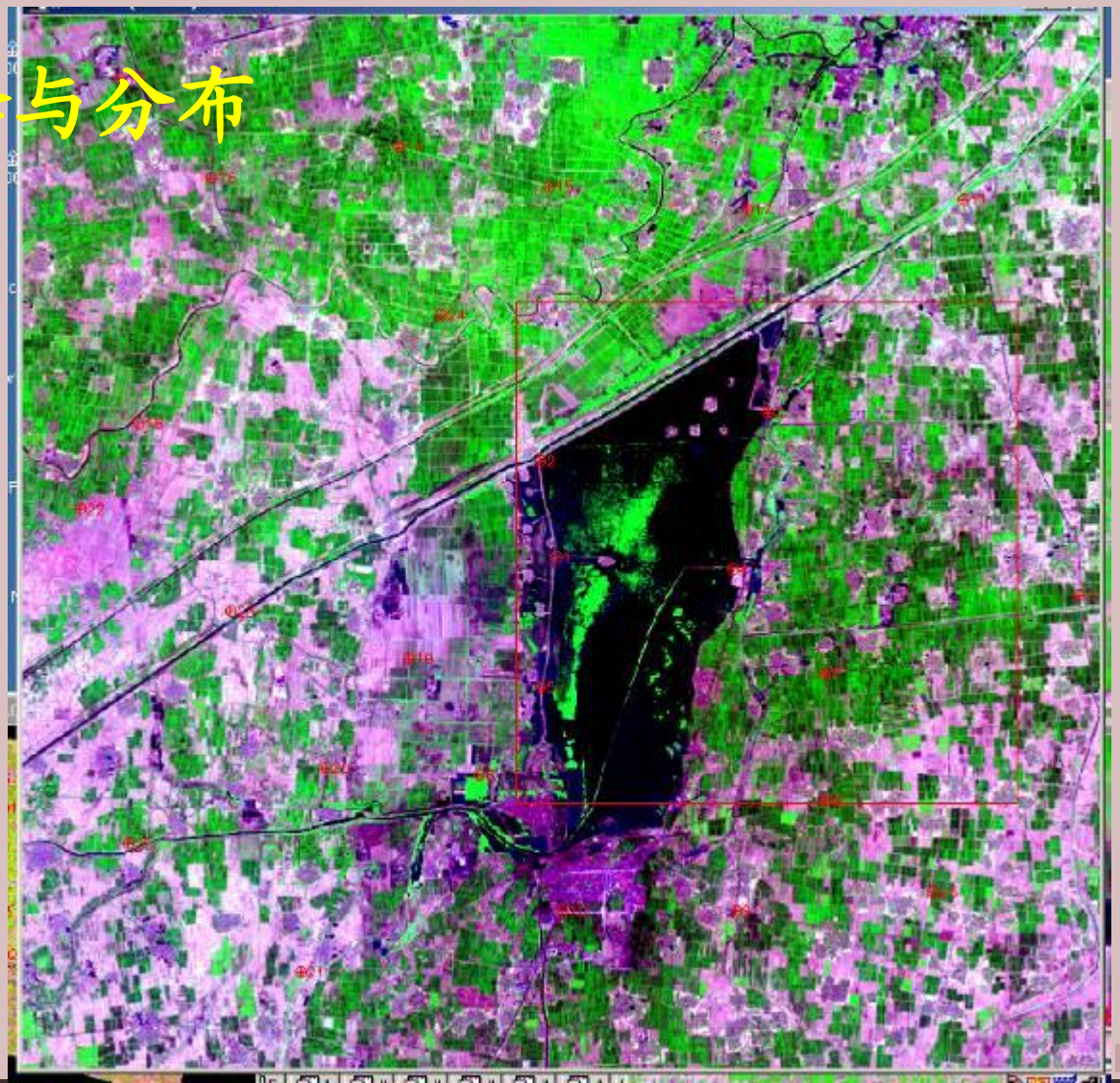
- 最少需求量：（n+1）（n+2）/2

- 20-30个GCP，一般可以满足需求

- GCP分布应尽可能在整幅图像内均匀分布，否则在GCP密集区精度较高，在GCP分布稀疏区出现较大误差

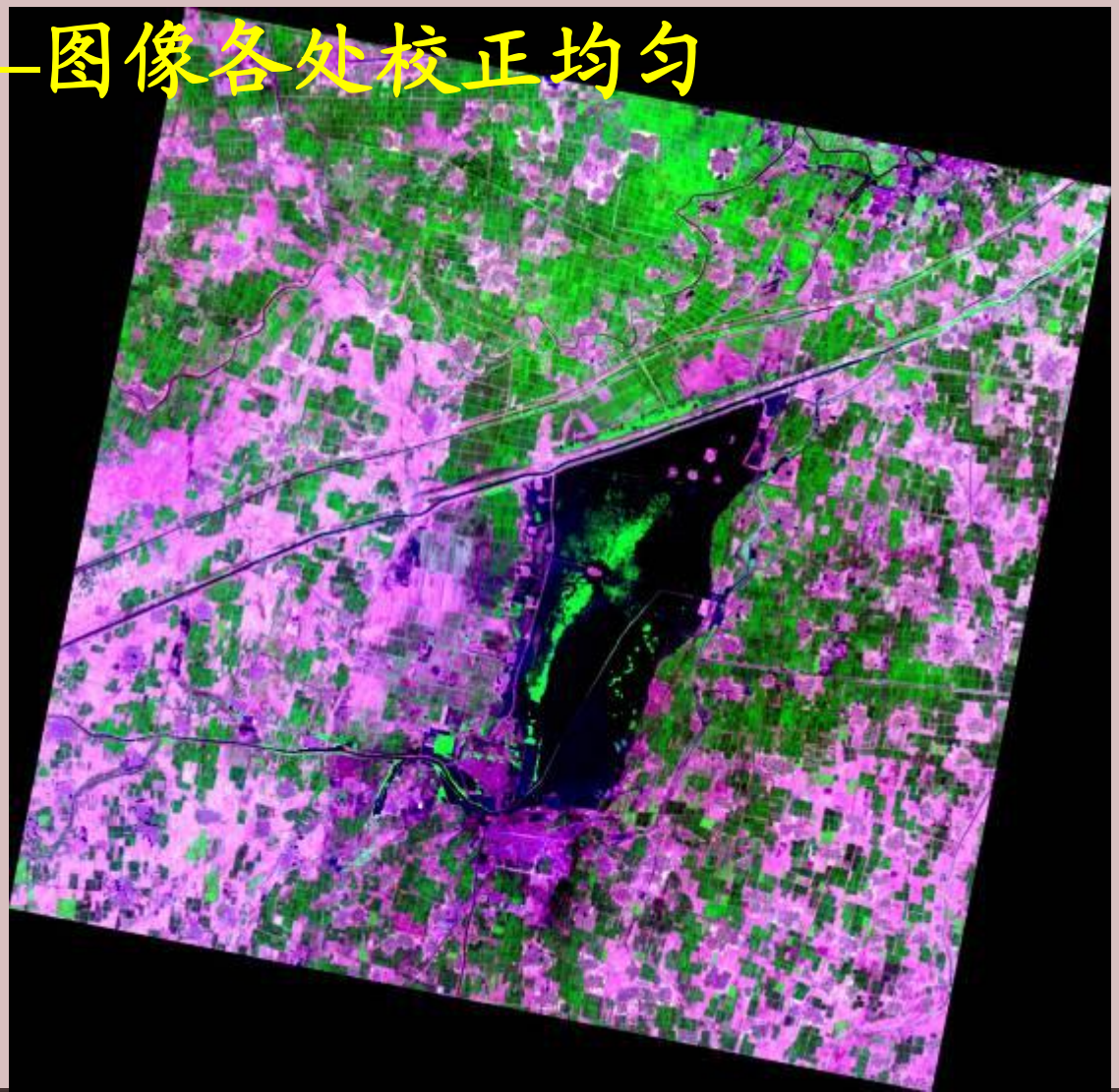
1.图像校正

控制点的选择与分布



1.图像校正

纠正后——图像各处校正均匀



2. 图象增强

- 增强处理：增强图像中的有用信息，利于识别分析。 包括:

（1）直方图增强

反差增强

直方图匹配

彩色分割）

（2）邻域增强

（3）图像变换

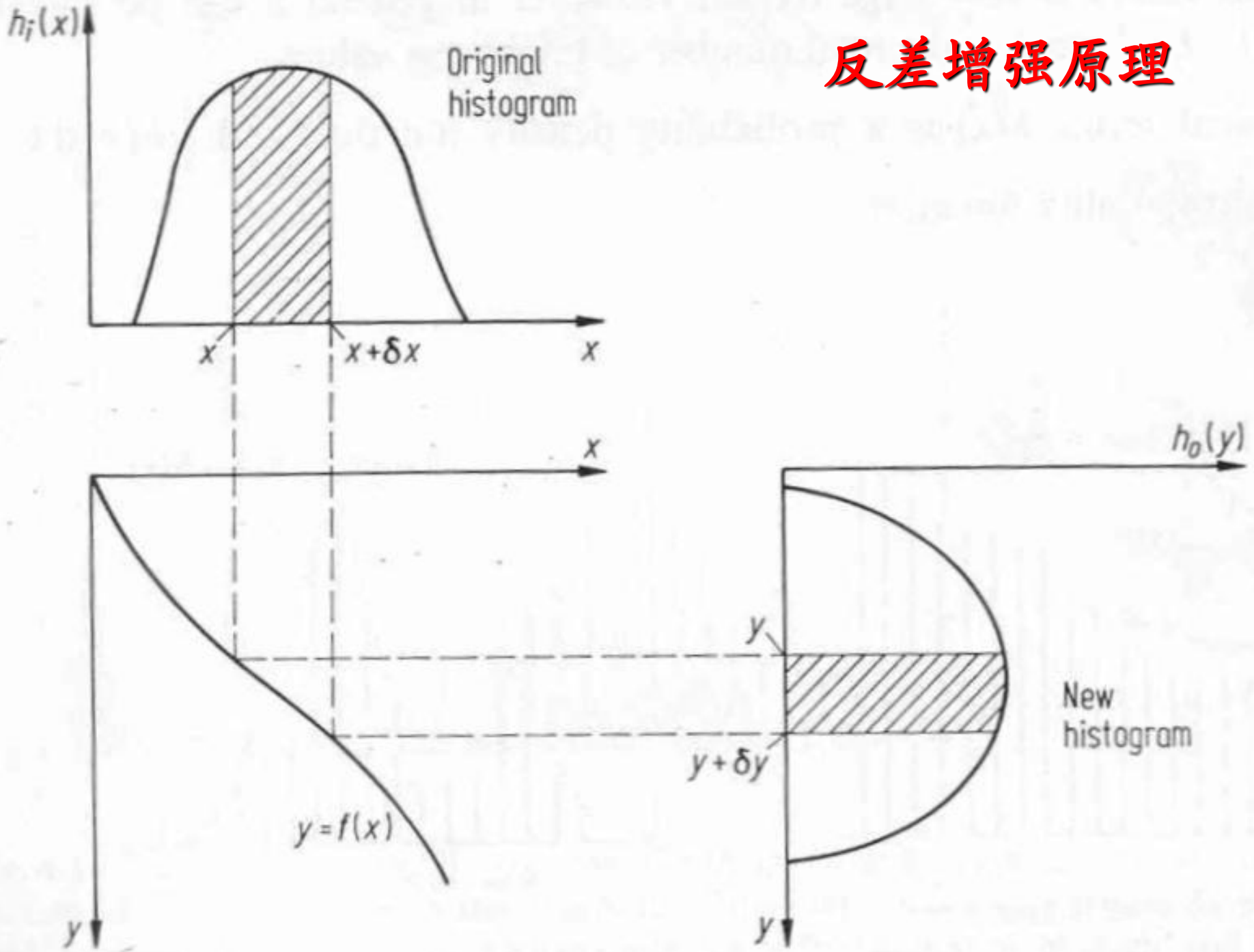
（1）直方图增强

反差增强（Contrast enhancement）

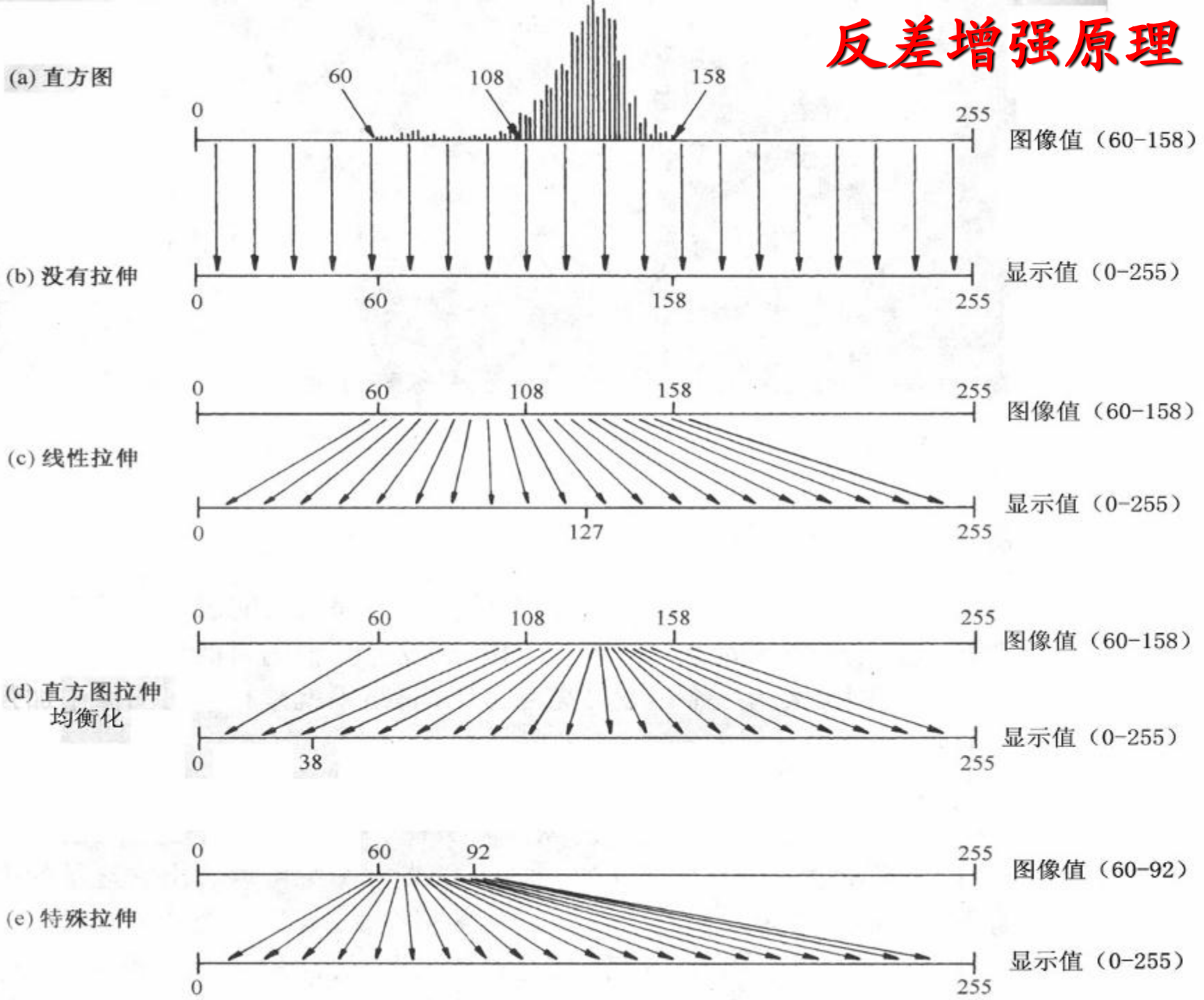
- 也称辐射增强，按象元逐次进行。
- 主要通过改变图像灰度分布态势，扩展灰度分布区间，达到增强反差的目的。
- 通过调整直方图来实现
- 调整后的直方图应达到:

↘ 分布好（较均匀），没有大量暗或亮的象元集中分布

反差增强原理

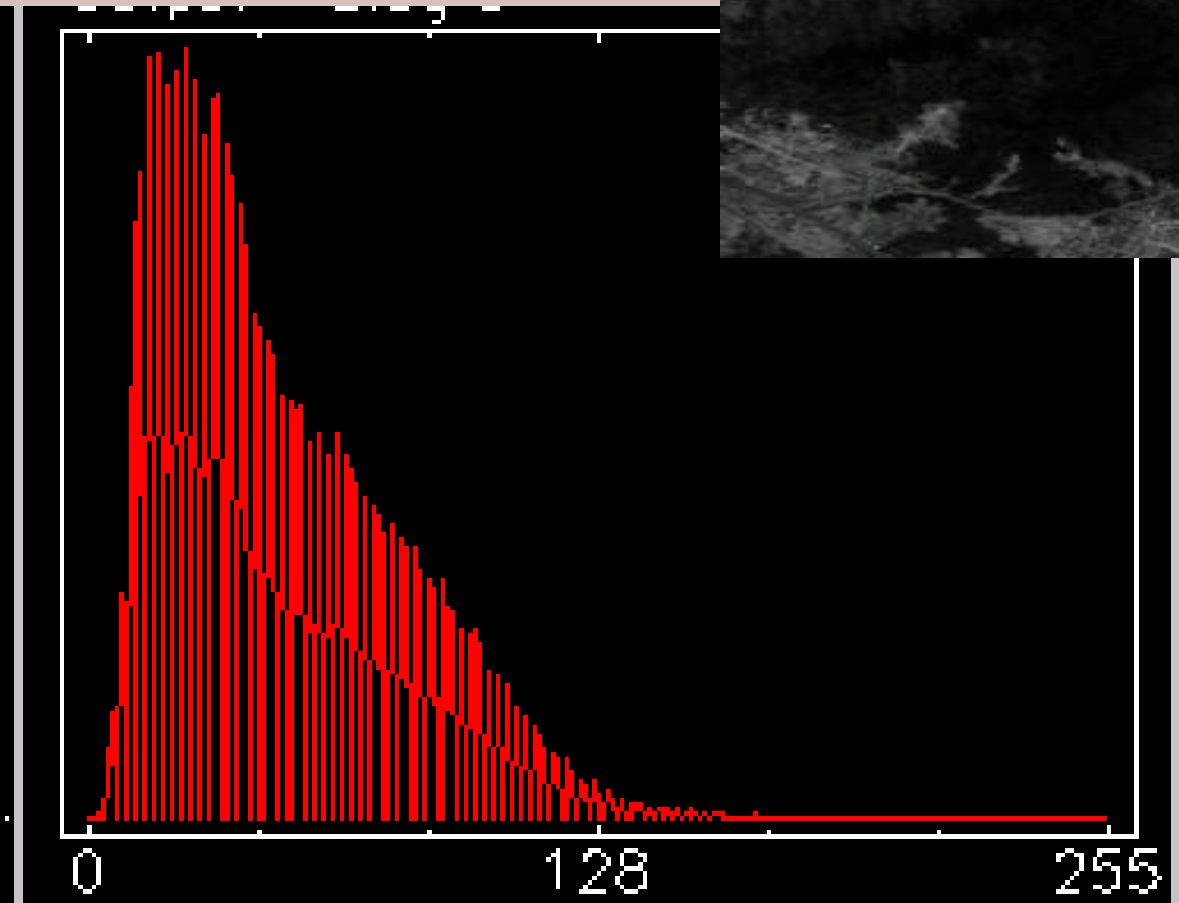

$h_i(x)$
Original histogram
x
$x+\delta x$
x
x
$y = f(x)$
y
$h_o(y)$
y
$y+\delta y$
New histogram
y

反差增强原理


(a) 直方图
60
108
158
0
255
图像值（60-158）
(b) 没有拉伸
0
60
158
255
显示值（0-255）
(c) 线性拉伸
0
60
108
158
255
图像值（60-158）
0
127
255
显示值（0-255）
(d) 直方图拉伸
均衡化
0
60
108
158
255
图像值（60-158）
0
38
255
显示值（0-255）
(e) 特殊拉伸
0
60
92
255
图像值（60-92）
0
255
显示值（0-255）

反差增强

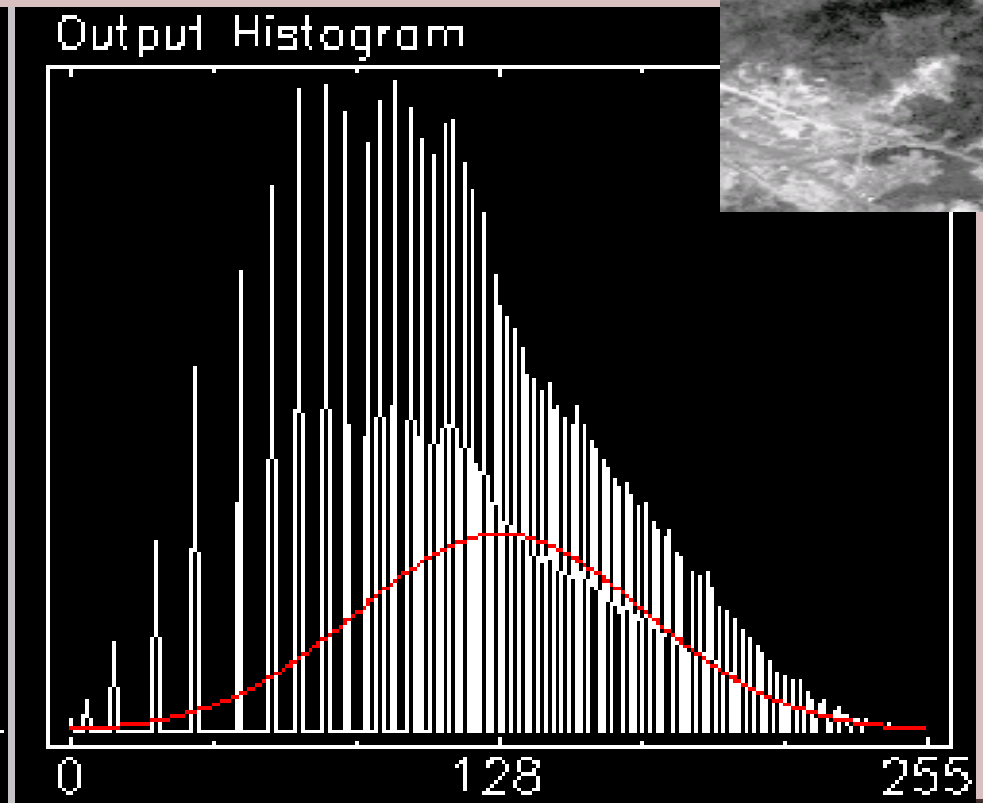




纠正前的图像及直方图

反差增强



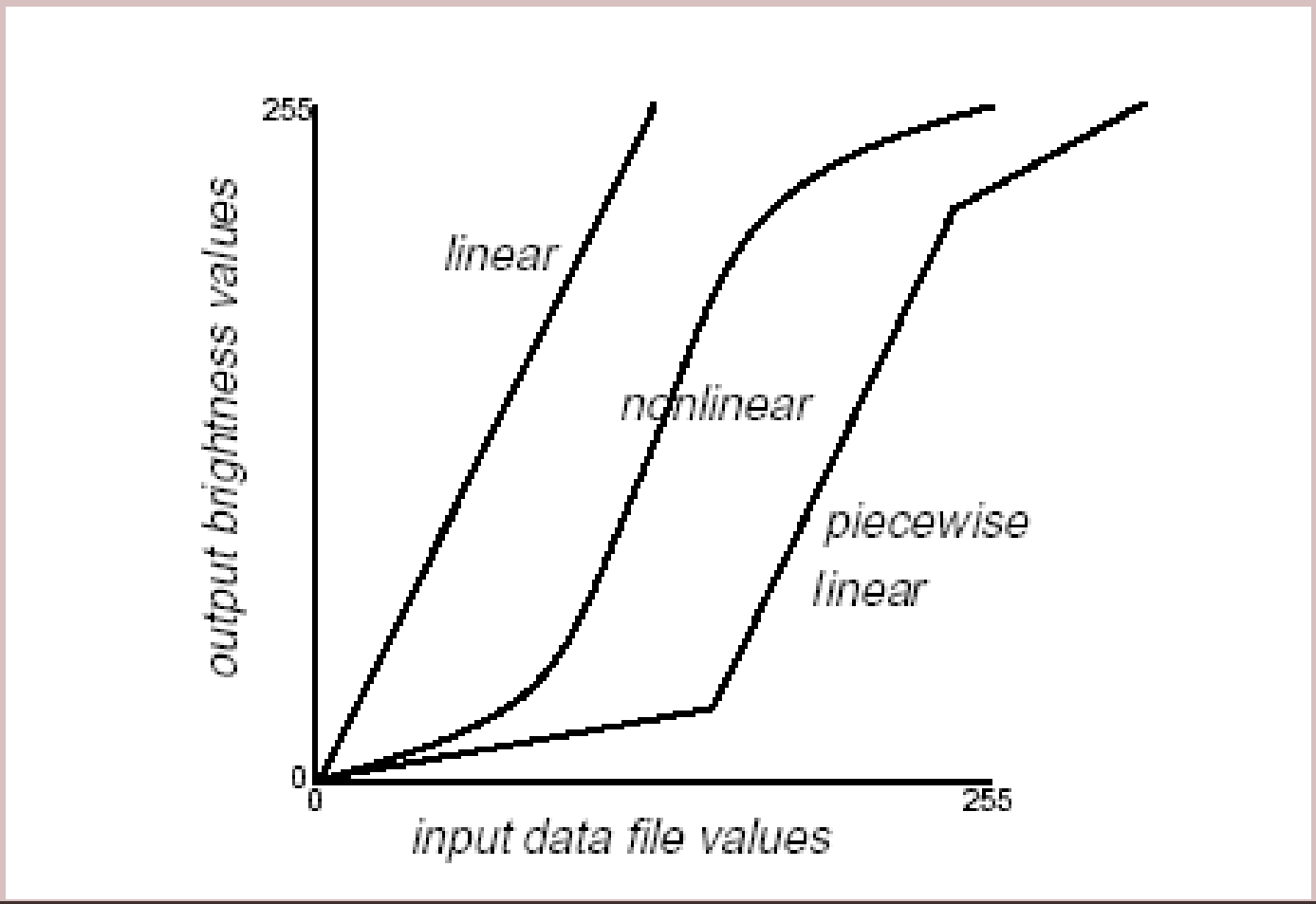


纠正后的图像及直方图

反差增强分为两种情况:

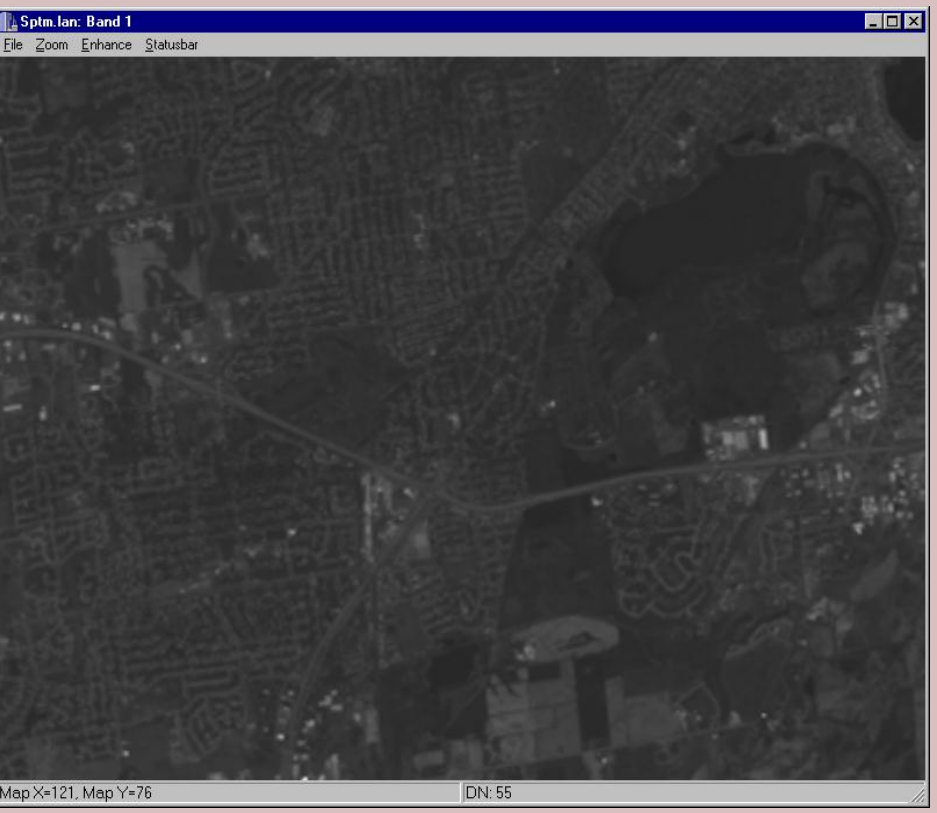
（1） 分段线性方法

（2）非线性方法



（1）分段线性方法

原始数据：SPOT 图像

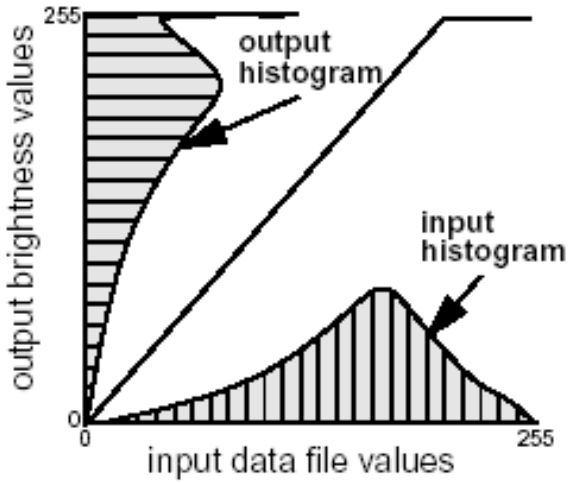




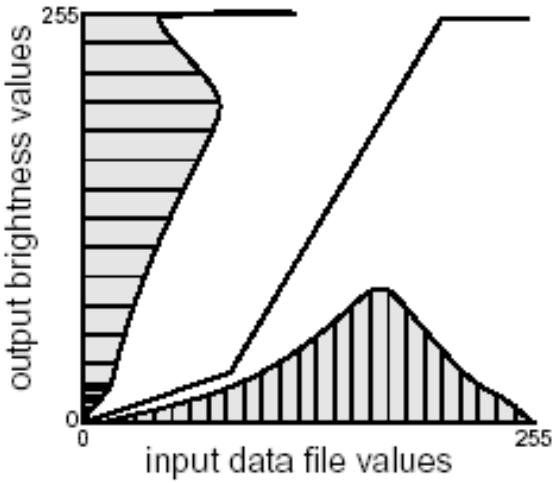
原始图像

线性拉伸结果

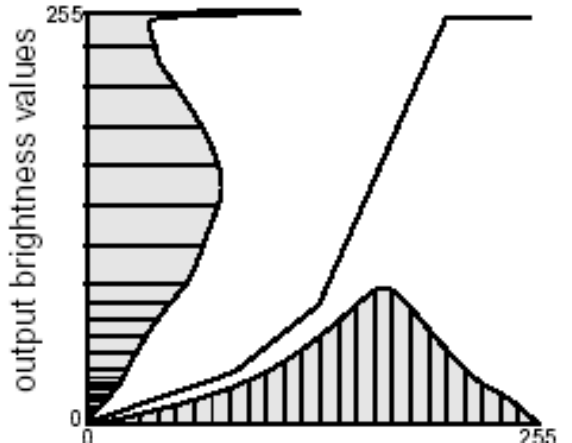
（1）分段线性方法
增强某些部分，压制某些部分

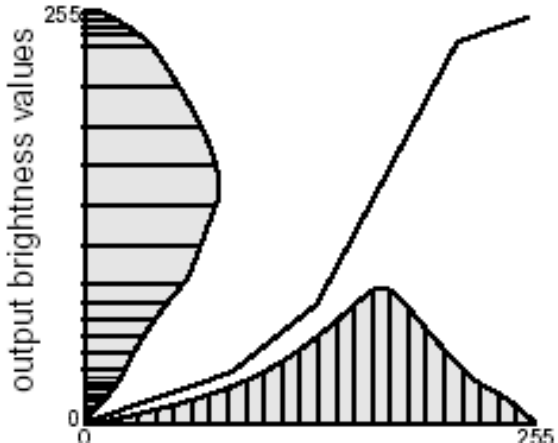


1. Linear stretch. Values are clipped at 255.



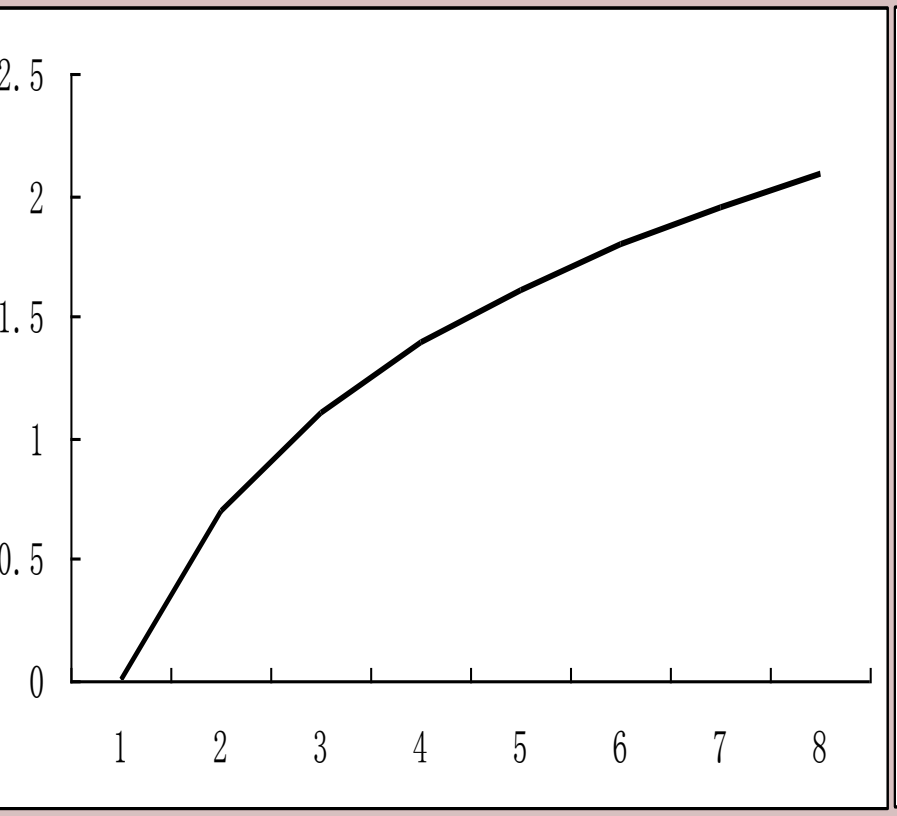
2. A breakpoint is added to the linear function, redistributing the contrast.

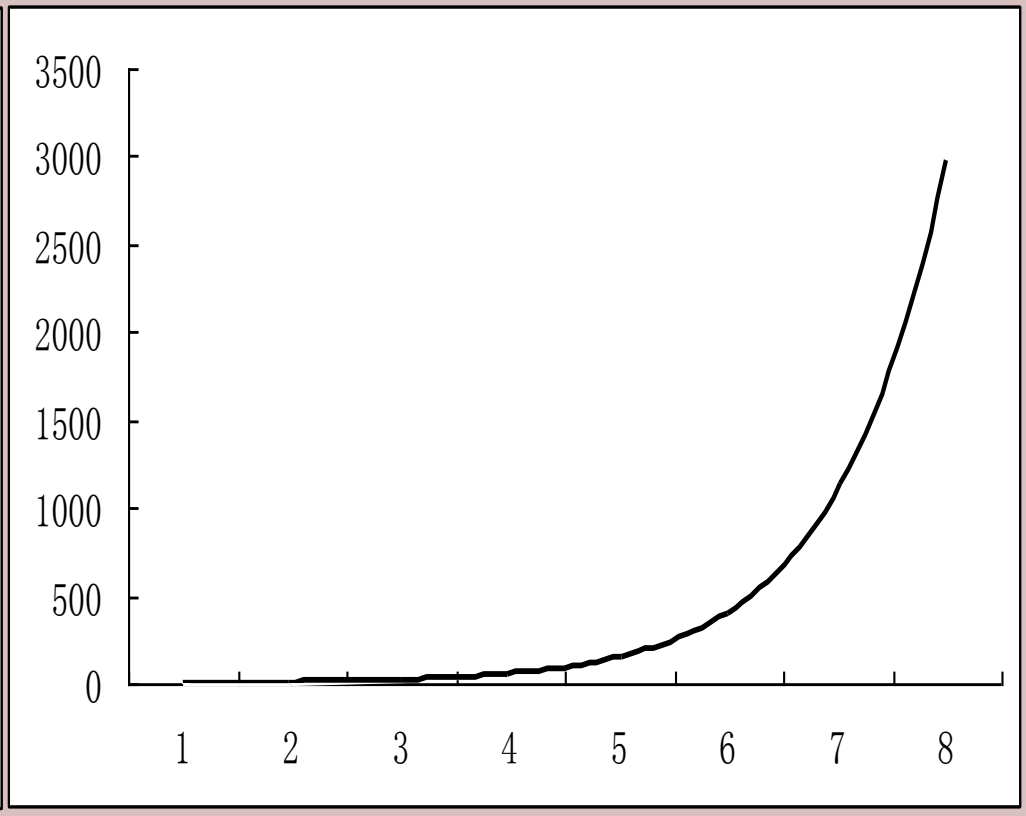




斜率大的部分被拉伸增强，斜率小的部分被压缩

（2）非线性拉伸





对数拉伸：扩张低的灰度区，压缩高的灰度区

指数拉伸：扩展高灰度区间

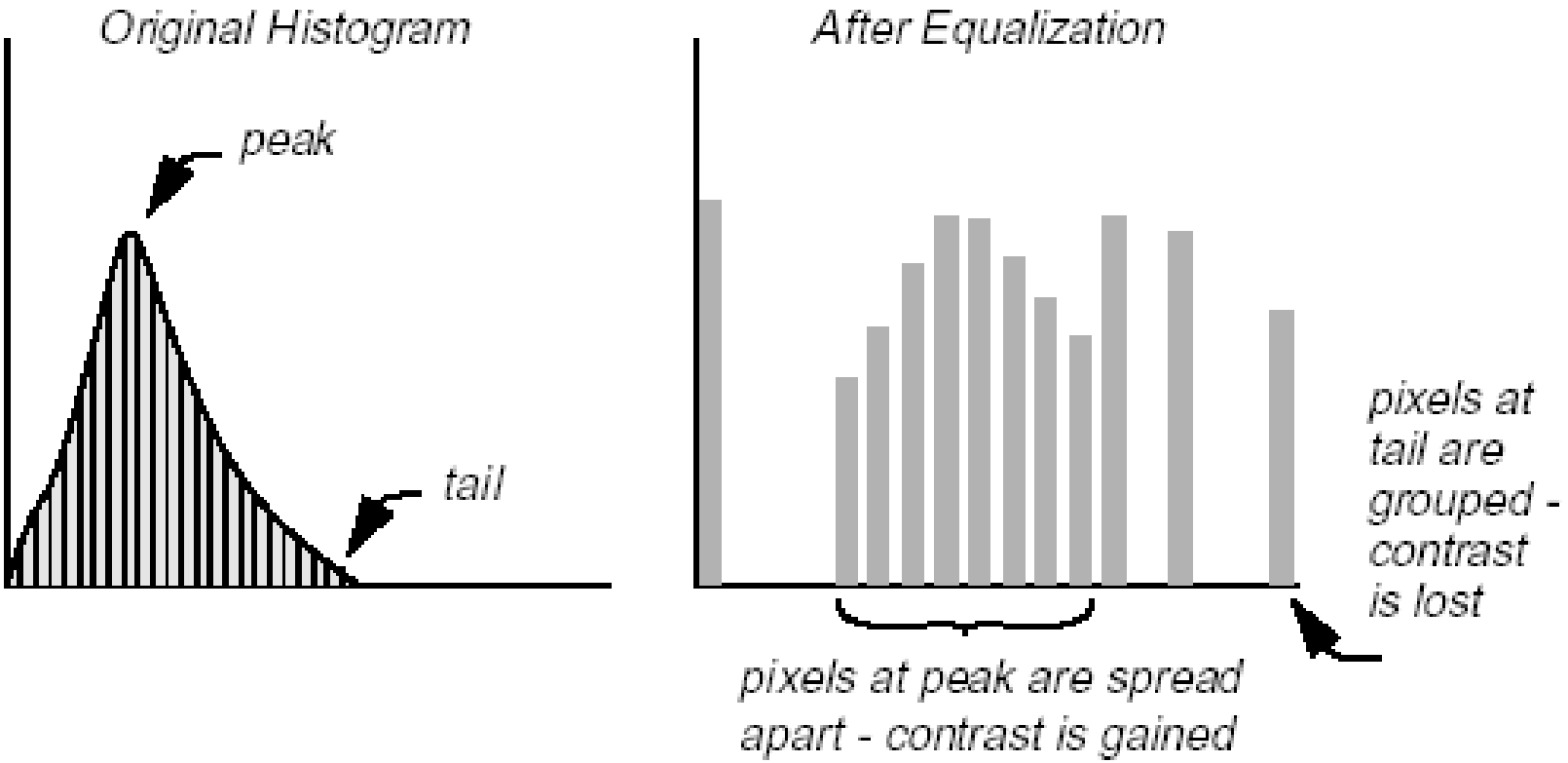
（2）非线性拉伸

直方图均衡化（Histogram Equalization）

- 将每个灰度区间等概率分布，代替了原来的随机分布，即增强后的每个灰度级内有大致相同的象元数；通过改变灰度区间来实现；
- 根据灰度值的出现频率来分配它们的亮度显示范围，频率高的部分被增强了，频率低的部分被压缩。

（2）非线性拉伸

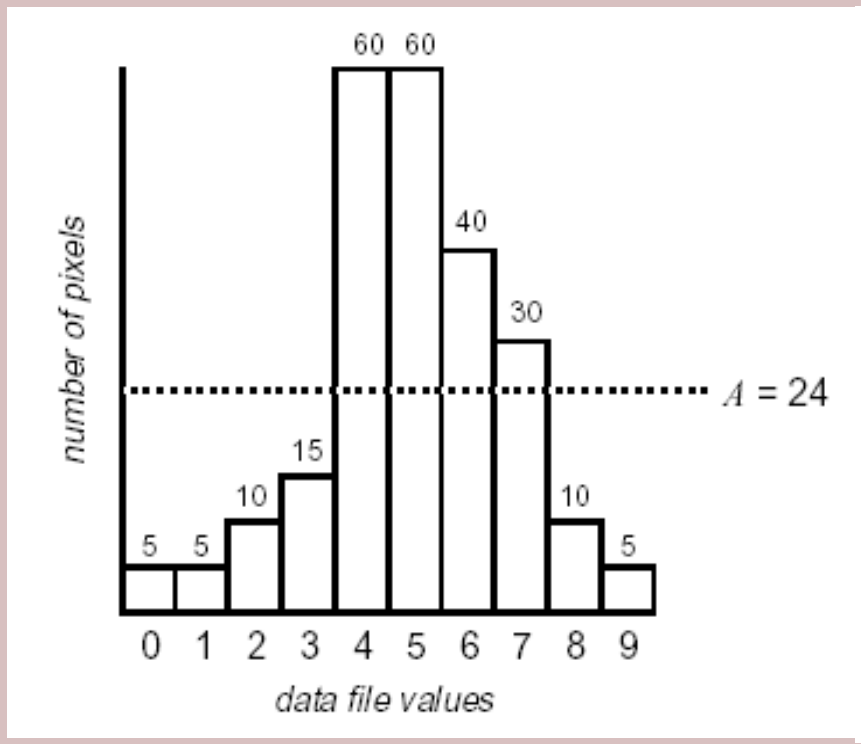
直方图均衡化（Histogram Equalization）

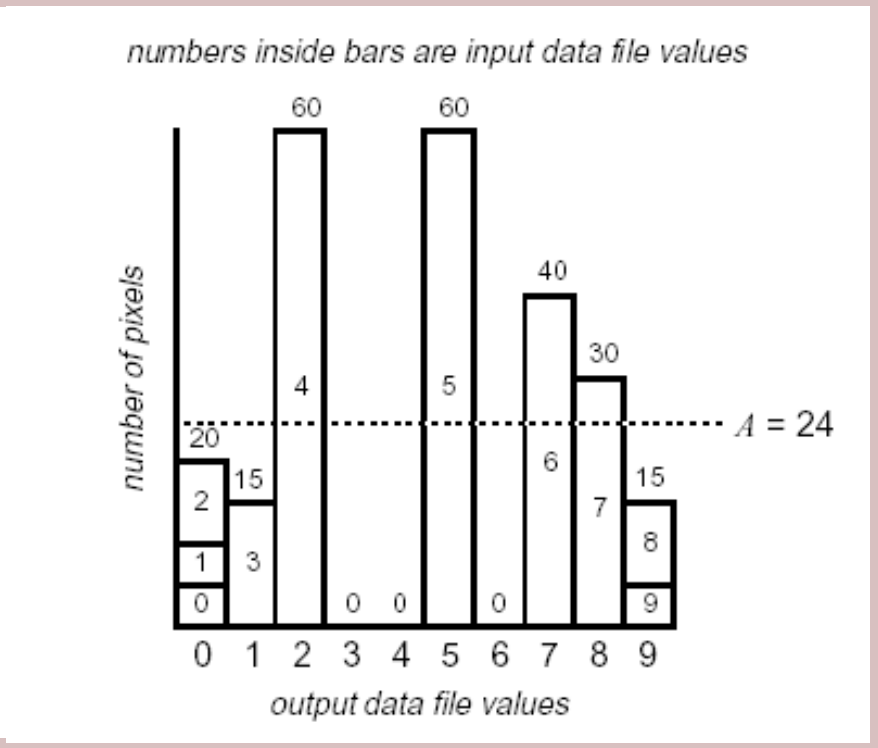


效果：增强了峰值处的对比度，两端（最亮和最暗）的对比度减弱了。

（2）非线性拉伸

直方图均衡化（Histogram Equalization）



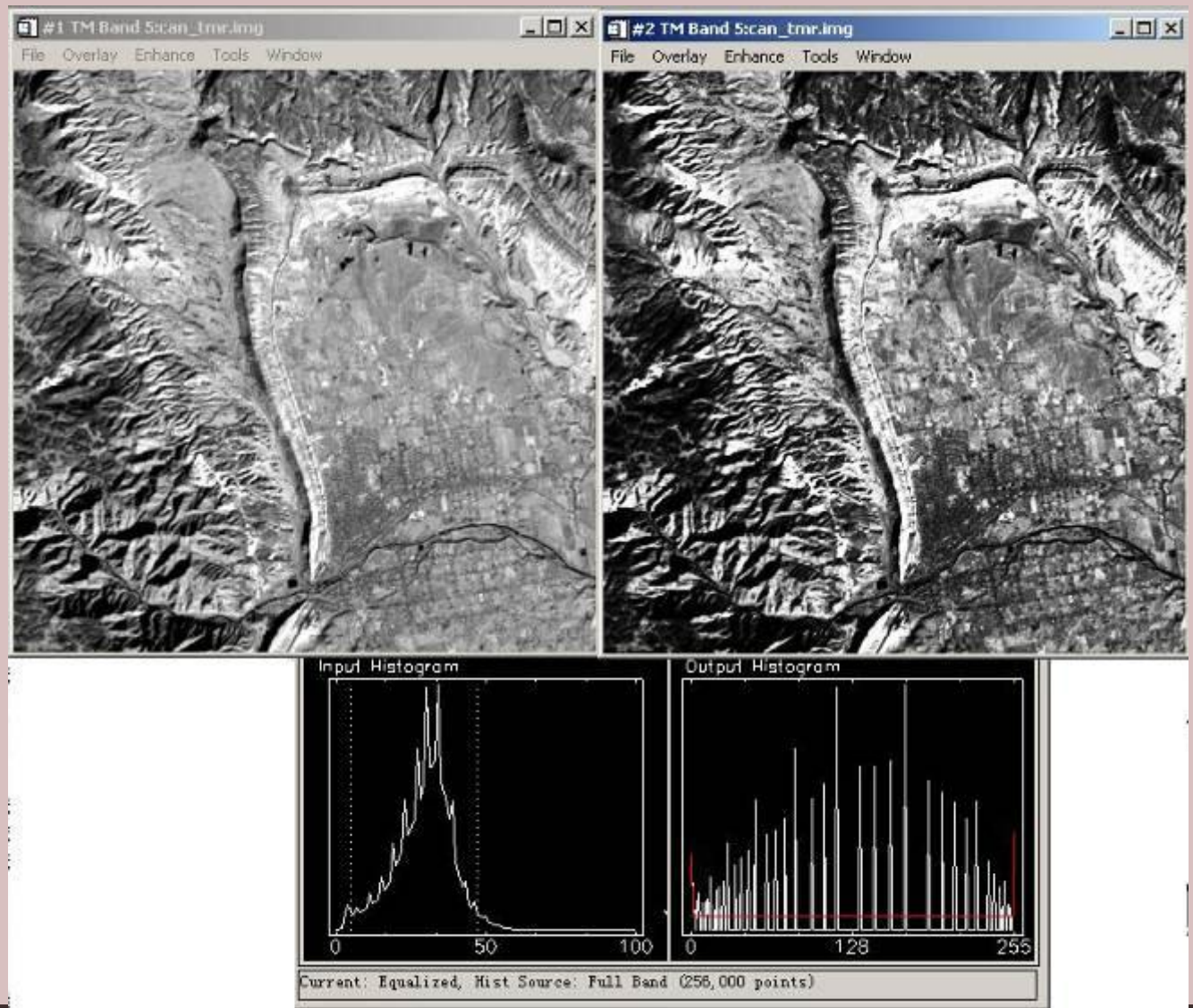


原始的直方图

均衡化后的直方图

（2）非线性拉伸

直方图均衡化（Histogram Equalization）



（1）直方图增强

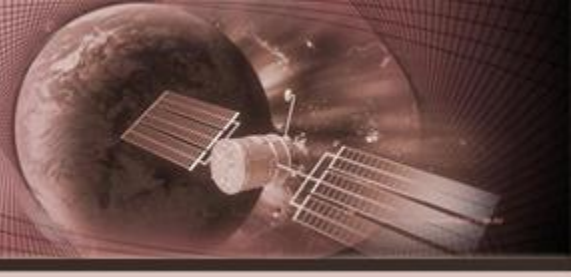
直方图匹配（histogram matching）

- 把原图像的直方图变换为某种指定形状的直方图或某一参考图像的直方图，然后按照已知的指定形态的直方图调整原图像各象元的灰级，最后得到一个直方图匹配的图像

↘ 主要应用于有一幅很好的图像作为标准的情况下，对另一图像进行匹配，以改善被处理图像的质量

↘ 应用于数字镶嵌

（1）直方图增强



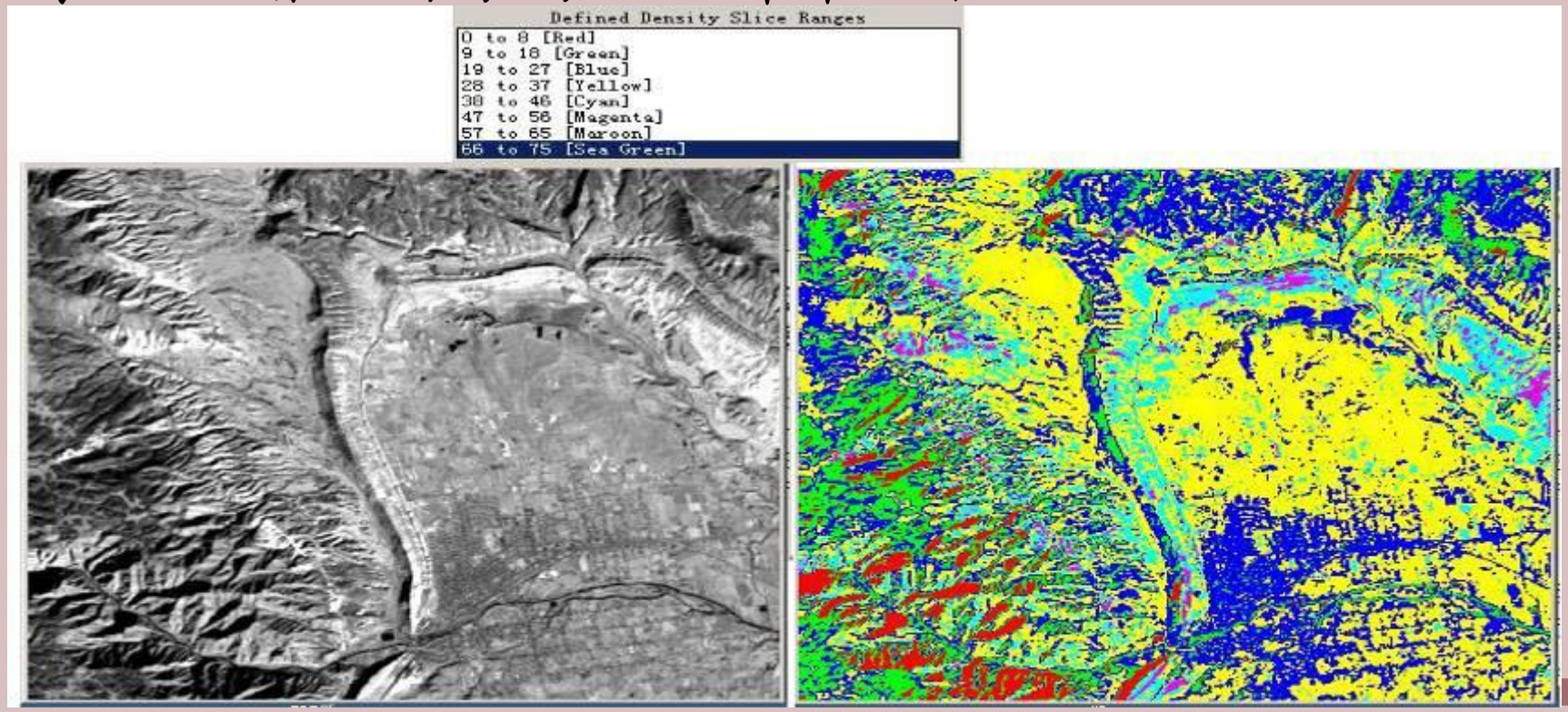
直方图匹配条件

- 原始图像和参考图像
- 两个图像的直方图的总体形态应相似
- 图像中相对亮和暗的特征应相同
- 对某些应用，图像的分辨率应相同（但可不同）
- 图像中的地物类型的相对分布应相同，无论两幅图像是否覆盖同一地区。如一幅有云，另一幅没有云，应先将云去掉（覆盖），然后再进行直方图匹配

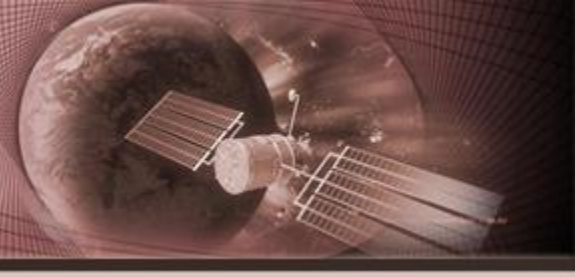
（1）直方图增强

- 伪彩色 （pseudocolor）-密度分割

↘单波段灰度图像的彩色表示或显示，将连续的灰度值转换为少量的灰度区间，并用不同的颜色表示，增强图像的目视解译效果。



（2）邻域增强



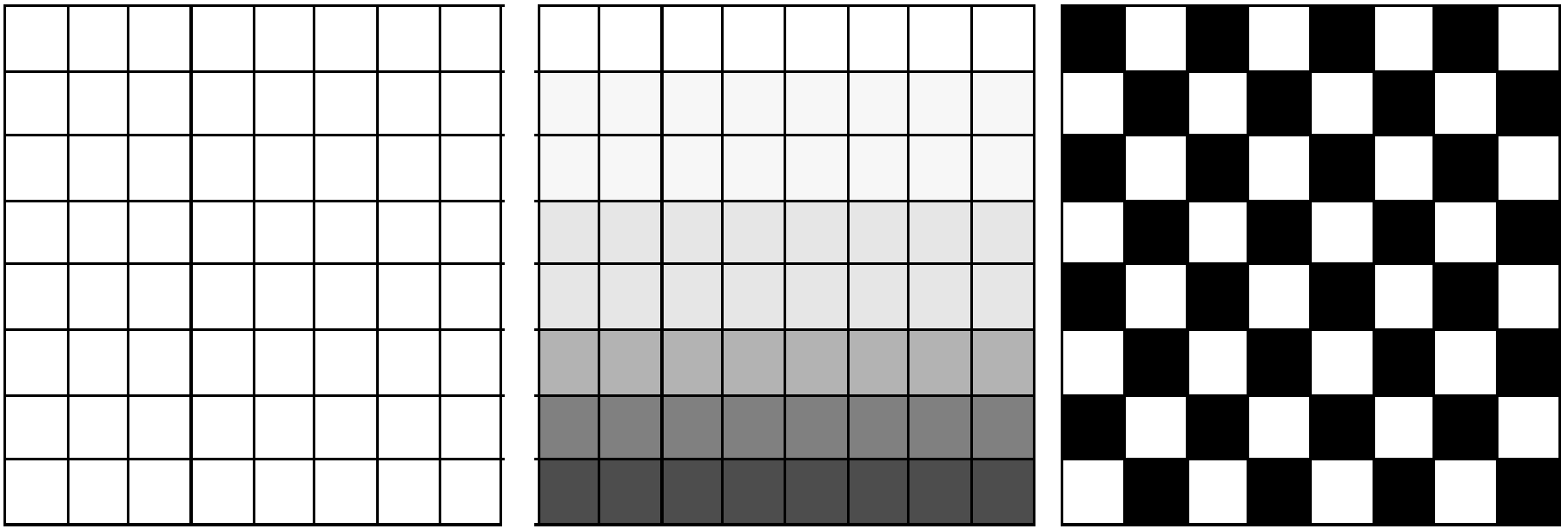
- 滤波

  - 目的：抑制噪声，增强某些特征
  - 途径：
    - ✓平滑：均值、中位数滤波
    - ✓锐化：边缘检测与增强

（2）邻域增强

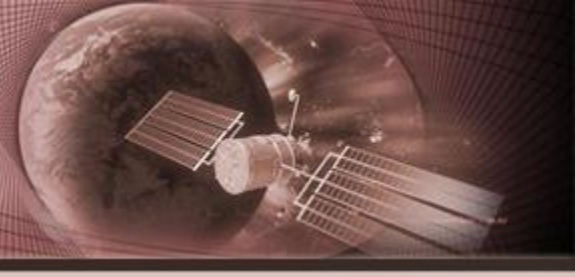
概念：高频和低频信息

- zero spatial frequency—a flat image, in which every pixel has the same value
- low spatial frequency—an image consisting of a smoothly varying gray scale
- highest spatial frequency—an image consisting of a checkerboard of black and white pixels



zero spatial frequency　　low spatial frequency　　high spatial frequency

（2）邻域增强



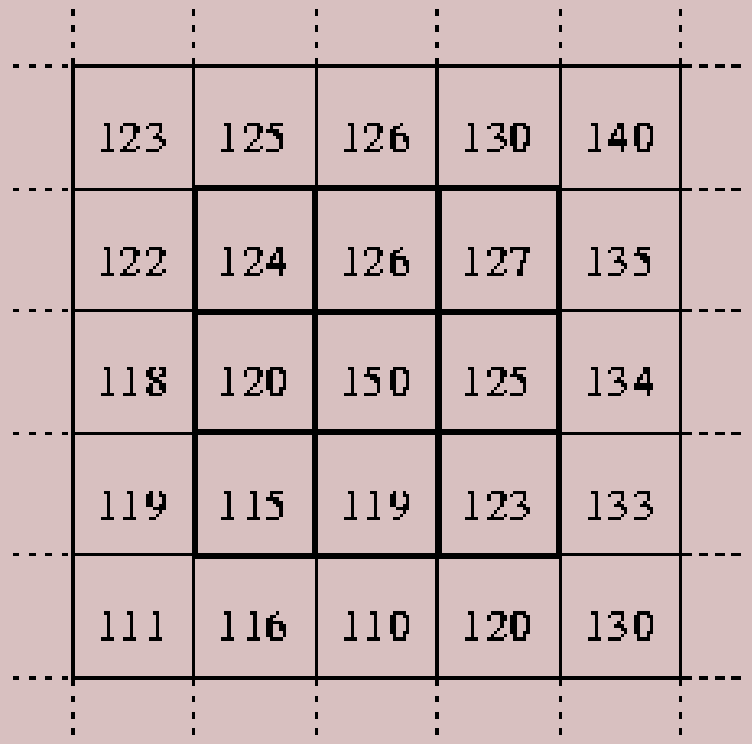
均值滤波

- 窗口中心的象元被窗口内所有象元的均值代替
  - ✓减少噪声，但同时也损失了某些高频信息

（2）邻域增强

中位数滤波（Median Filter）

窗口中心的象元 被赋予窗口内灰度值大小位于所有象元中间的值



Neighbourhood values:

115, 119, 120, 123, 124,
125, 126, 127, 150

Median value: 124

（2）邻域增强

边缘检测与增强

- 边缘增强：增强几何细节的有效方法
  - 原理：首先检测边缘，然后将边缘信息加到原始图像中，以增强边缘附近的对比度，或突出边缘。

- 常用方法：
  - 梯度法

（3）图像变换

- 涉及不同图像（波段）间的运算

  A：主成分分析（PCA）

  B：K-T变换

  C：算术运算（如植被指数）

（3）图像变换

A：主成分分析（PCA）

- 多光谱数据各波段间往往存在一定程度的相关性，
  - 光谱反射的相关性；
  - 地形
  - 遥感器波段间的重叠

- 应用PCA可以去除相关性、突出地物特征、压缩数据，另外还可以剔除噪声，因为PCA变换后的信息量通常随主分量顺序而减少，噪声信息更突出

（3）图像变换

A：主成分分析（PCA）

- 基本原理

求出一个变换矩阵，经变换形成一组新的主分量波段，公式为：

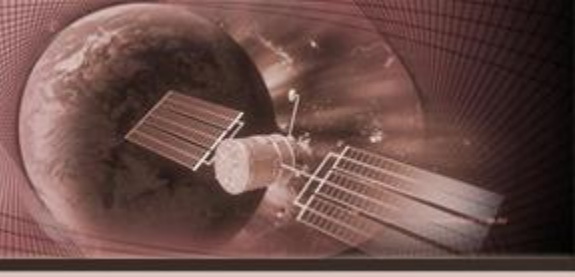
$$Y=AX$$

其中，*Y*为变换后的主分量矢量，如主分量1，2，3…

*X*为变换前的原始图像矢量，如TM1，TM2，….

*A*为变换矩阵。

（3）图像变换



A: 主成分分析（PCA）

步骤:

a: 计算原始图像的方差-协方差矩阵;

b: 计算的特征值和特征向量;

c: 生成主成分

（3）图像变换

B: K-T变换

即Kauth-Thomas变换，简称K-T变换，又形象地成为“缨帽变换”。它是线性变换的一种，它能使座标空间发生旋转，但旋转后的坐标轴不是指向主成分的方向，而是指向另外的方向，这些方向与地面景物有密切的关系，特别是与植物生长过程和土壤有关。以此，这种变换着眼于农作物生长过程而区别于其他植被覆盖，力争抓住地面景物在多光谱空间的特征。通过这种变换，既可以实现信息压缩，又可以帮助解译分析农业特征，因此有很大的实际应用意义。

目前对这个变换在多源遥感数据融合方面的研究应用主要集中在MSS与TM两种遥感数据的应用分析方面。

（3）图像变换

C：算术运算（如植被指数）

☆ 差值运算：两幅或多幅经空间配准的图像（通常是指同一景图像的不同波段），对应像元亮度值之间的减法运算，运算结果生成一幅差值影像。

应用特点：目标与背景反差较小的信息提取。如：冰雪覆盖区、黄土高原区的接线特征、海岸带的潮汐线等。

同一地区的动态变化。利用同一地区不同时相的影像进行差值运算，反映变化特征。如：城市扩张等。

☆ 比值运算：两幅图像对应像元亮度值相除。

比值植被指数：近红外波段/红波段

归一化植被指数：（近红外–红）/（近红外+红）

3. 图像融合（image fusion）

- **概念：** 用一定的算法综合两个或两个以上不同的图像形成一个新的图像

  - 不同传感器获取的信息有不同的特点：有的光谱分辨率高但空间分辨率低，有的相反。

  - 图像融合，采用一定的方法将不同类型的数据“融合”成一幅图像，可以同时达到高的光谱分辨率和空间分辨率。

  - 同一类型传感器的不同分辨率的图像，也可进行融合

- **要求：** 保留高的光谱分辨率，提高空间分辨率

图像融合方法

像元级	特征级	决策级
代数法	熵法	专家系统
IHS变换	表决法	神经网络
小波变换	聚类分析	Bayes估计
K-T变换	Bayes估计	模糊聚类法
主成分变换	神经网络法	可靠性理论
回归模型法	加权平均法	基于知识的融合法
Kalman滤波法	Dempater-shafer推理法	Dempater-shafer推理法

A: 主成分分析法（PCA）

- 主成分分析对图像编辑、图像数据压缩、图像增强、变化检测、多时相维数和图像 融合等均是十分有效的方法。

- 在图像数据融合中， 常采用PCA方法 ：
  - 用一幅高分辨率图像来替代多波段图像的第一主成分 PC1， 通过高分辨率的图像 （A）来增加多波段图像的空间分辨率。
  - 融合后的图像中既有多光谱信息又具高分辨率。

B: 乘法 Multiplicative

$$DN_{low.res} \times DN_{high.res} = DN_{new}$$

$DN_{high.res}$ 高分辨率图像的像元灰度值;

$DN_{low.res}$ 低分辨率图像的像元灰度值;

DN_{new} 融合后图像的像元灰度值。

C: Brovey 变换

$$DNB1\ /\ (DNB1 + DNB2 + DNB3) \times DN_{high.res.img} = DNB1_new$$

$$DNB2\ /\ (DNB1 + DNB2 + DNB3) \times DN_{high.res.img} = DNB2_new$$

$$DNB3\ /\ (DNB1 + DNB2 + DNB3) \times DN_{high.res.img} = DNB3_new$$

DN: Digital Number

只能用3个波段

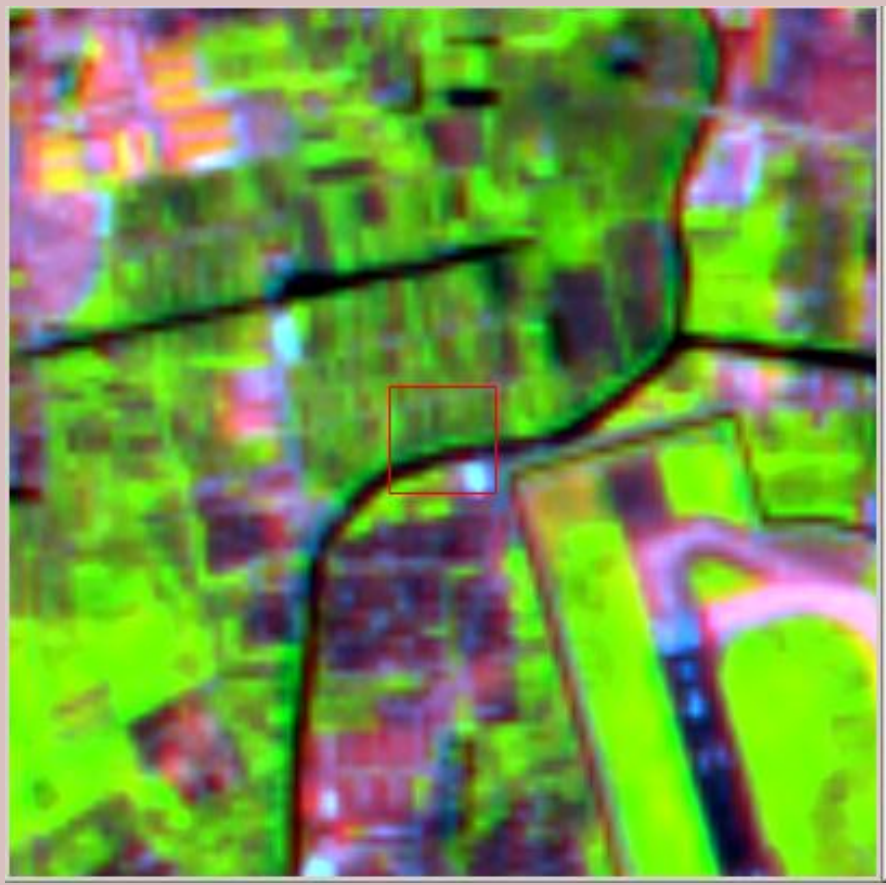
D: IHS变换

- 3个波段合成的RGB颜色空间是一个对物体颜色属性描述系统，而IHS色度空间提取出物体的亮度I，色度H，饱和度S，它们分别对应3个波段的平均辐射强度、3个波段的数据向量和的方向及3个波段等量数据的大小。RGB颜色空间和IHS色度空间有着精确的转换关系。
- 以TM和SAR为例，变换思路是把TM图像的3个波段合成的RGB假彩色图像变换到IHS色度空间，然后用SAR图像代替其中的I值，再变换到RGB颜色空间，形成新的影像。

图像融合效果

原始图像（SPOT 5）

多光谱 （10m）

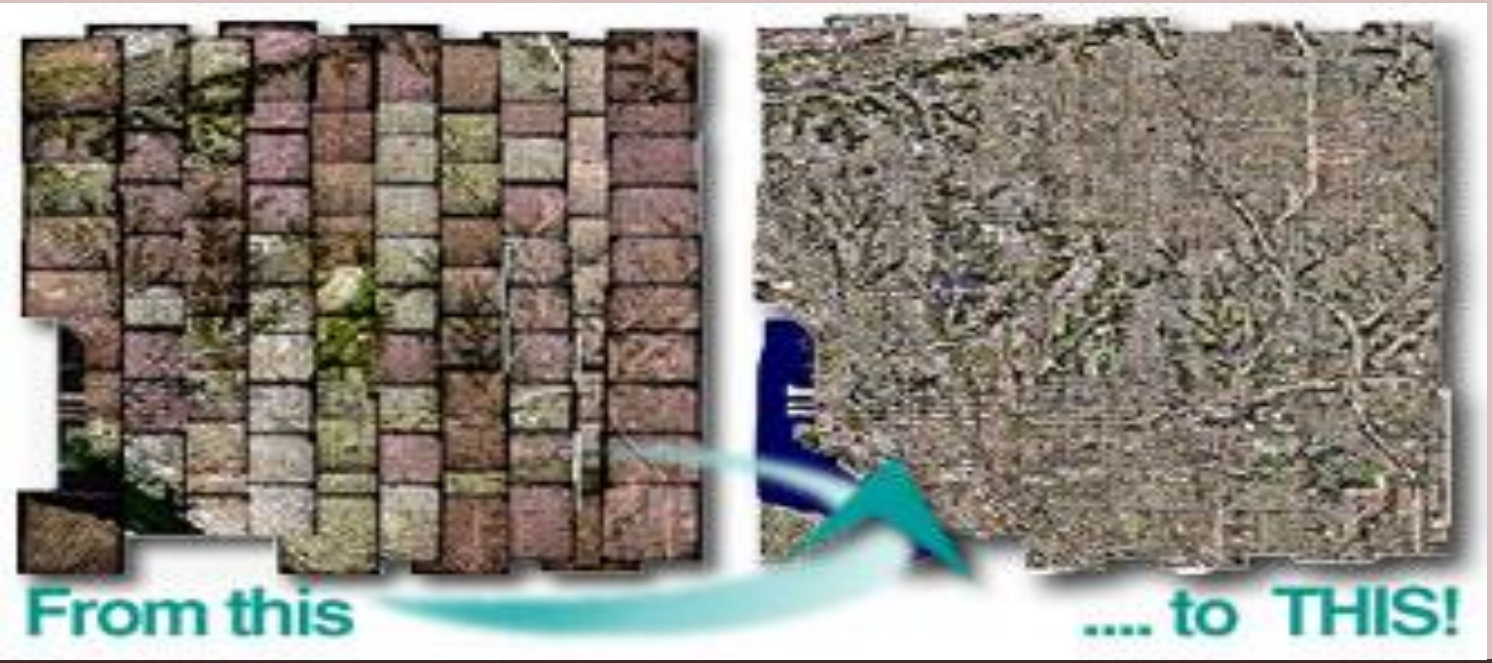


高分辨率全色 （2.5m）

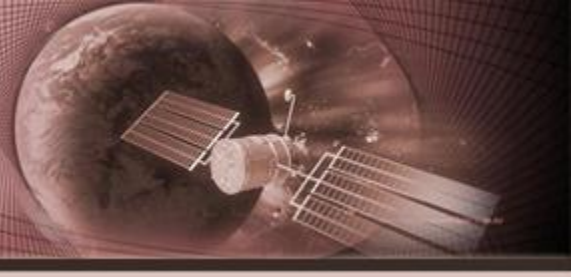


4. 图像的镶嵌

- 图像镶嵌（MOSAIC）是将多个具有重叠部分的图像制作成一个没有重叠的新图像;
  - 基于像元的镶嵌
  - 基于地理坐标的镶嵌

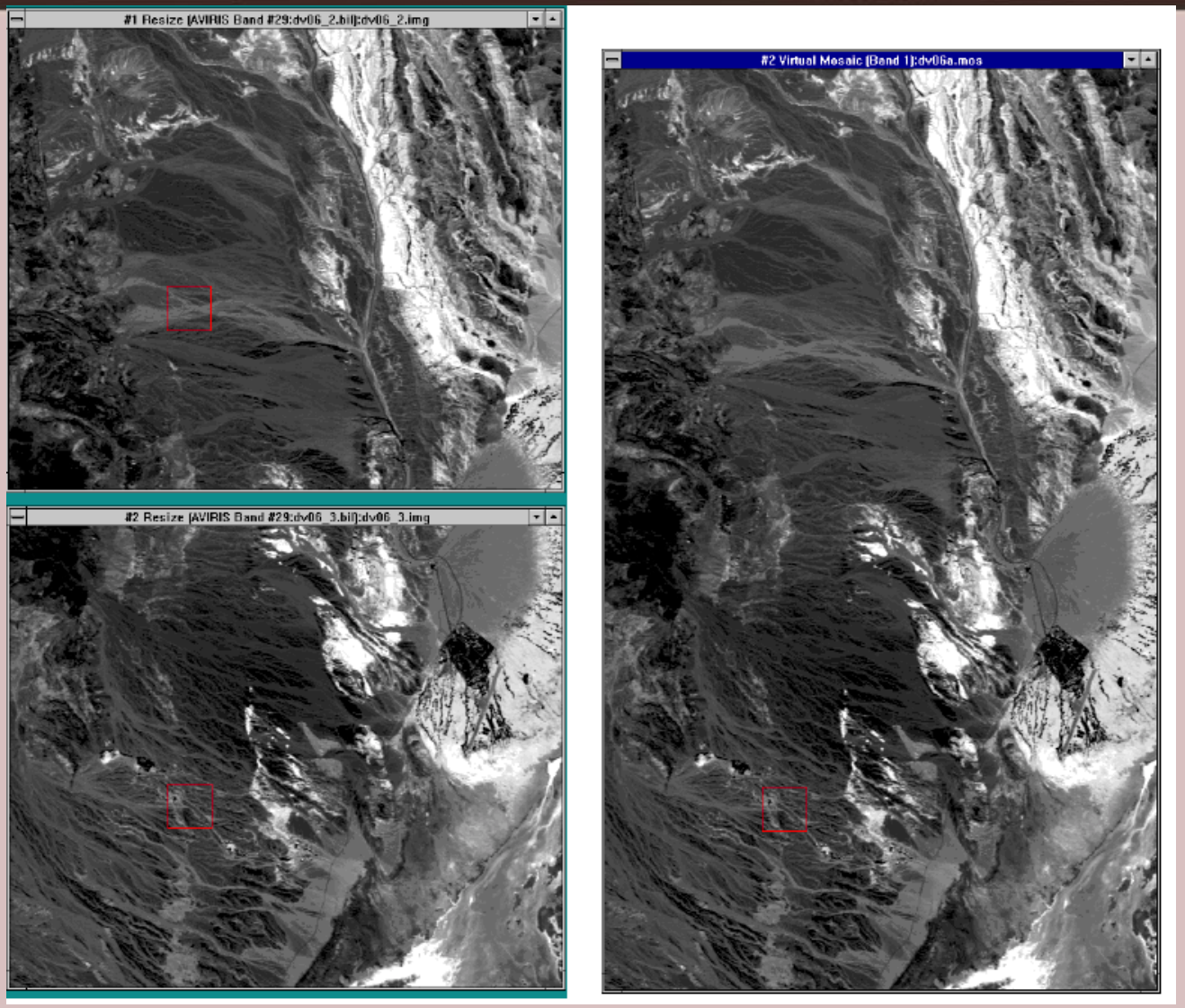


图像的镶嵌注意的问题

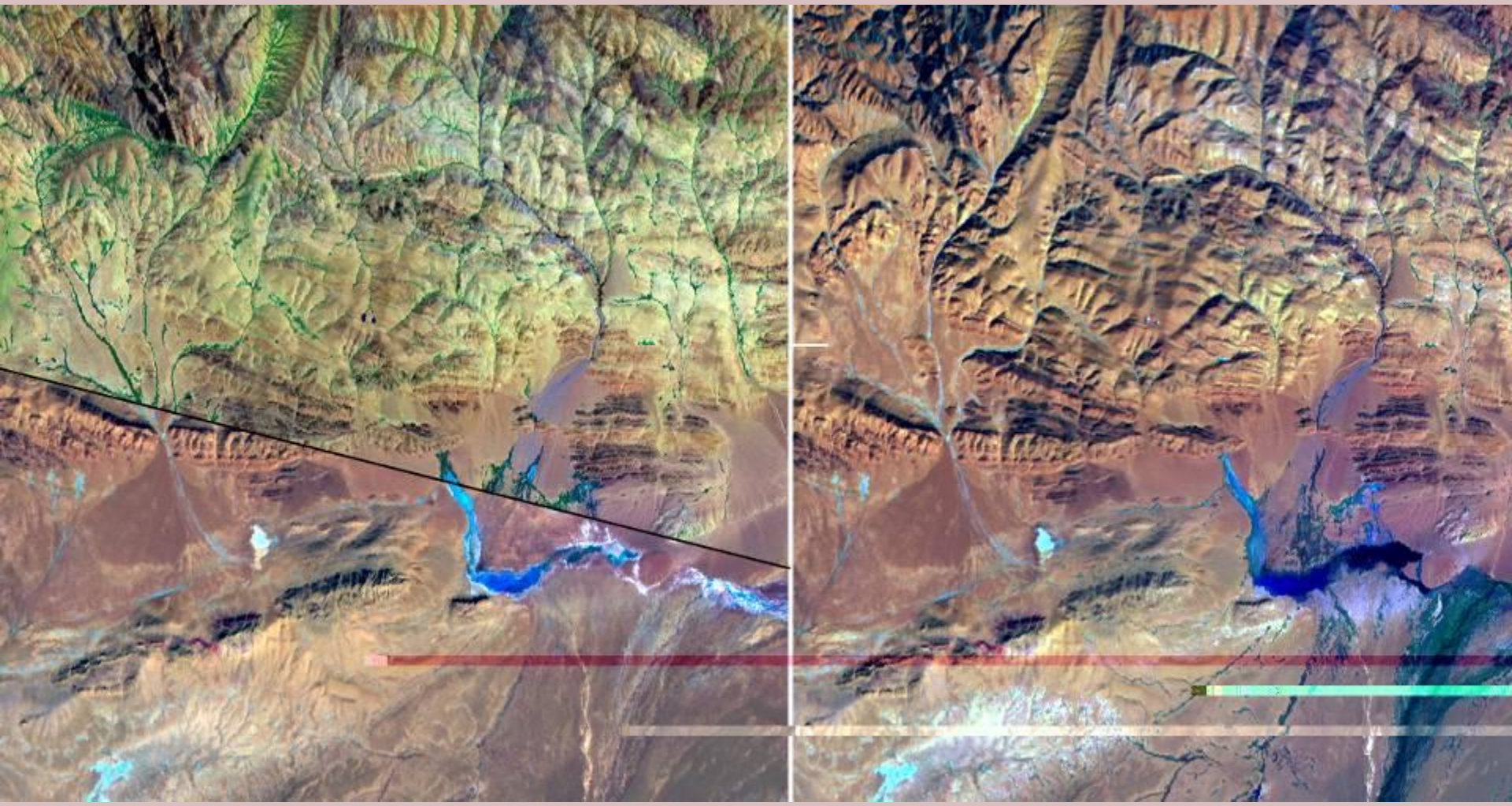


- 镶嵌要有足够宽的重叠区，最好不少于图像的1/5，否则会影响精度
- 相邻图像往往色调或灰度值不一致，需要进行直方图匹配
- 如果镶嵌后需要进行某种地图投影变换，最好先根据该投影方式分幅校正，然后再镶嵌

图像的镶嵌效果


#1 Resize (AVIRIS Band #29:dv06_2.bil):dv06_2.img
#2 Resize (AVIRIS Band #29:dv06_3.bil):dv06_3.img
#2 Virtual Mosaic (Band 1):dv06a.mos

图像的镶嵌效果



5.图像分类

☆ 分类原理：依据被分类地物的光谱特征，找出能够反映被识别各类地物光谱（亮度）差异的特征波段，建立分类识别模式，进行分类。

☆ 统计可分性的量度：

(1) 离散度 – 用各类的平均值（类中心的空间位置）和方差（类中元素的分散程度）来描述。

(2) 空间距离 – 表示类与类之间的差异,通常用欧氏距离或马氏距离来描述。

当两类别间的空间距离比两者均方差的和要大时，类与类可分;

当两类别间的空间距离比两者均方差的和要小时，类与类不可分。

5.图像分类

(3) 相似系数 – 表示类与类之间的相似程度。

(4) 判别函数 – 区分各个类别的曲线或曲面。

当识别目标为多类时，往往是一组判别函数（需注意：各个判别函数空间范围之间的逻辑关系）。

5.图像分类

☆ 数字图像计算机分类的一般过程与步骤

(1) 按照识别目标,选择相应传感器图像,确定特征波段。

(2) 收集并分析相关地面参考信息（相关图件）。

(3) 按照识别目标和相关标准，建立分类体系（类别数）。

(4) 特征波段预处理 ----- 信息增强处理。

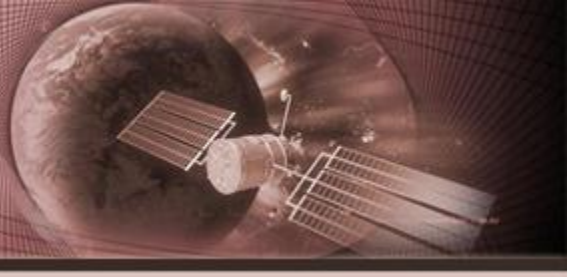
(5) 分析各个类别在特征波段中的统计特征。

(6) 确定判别函数，逐像元进行分类识别。

(7) 分类精度验证 ----- 实地验证、间接验证。

(8) 修改判别函数，最后分类，结果统计，完成报告。

5.图像分类



分类有两种方法

（1）非监督分类

（2）监督分类

（1）非监督分类

☆ 非监督分类

(1) 概念：仅依据影像上各类地物光谱信息，按照贝叶斯准则（错分损失最小），无人为干预的统计分类方法。

(2) 原理：以多个特征波段所建立的多维空间中的极大值为类中心，以贝叶斯准则建立判别函数，自动进行识别分类。

（1）非监督分类

(3) 方法要点与步骤:

A、建立特征空间;

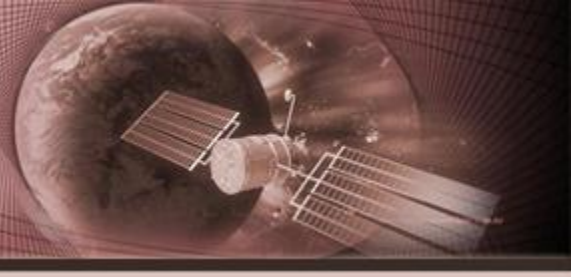
B、预分类别数>特征波段数+1（注意：初始类别数可远大于期望类别数，进行试分）;

C、搜索特征空间中多维直方图的极大值;

D、按预分类别数系统自动归并极大值，并确定方差范围。

E、分类，得到初步结果。

（2）监督分类



☆ 监督分类

(1) 概念: 监督是指人为干预下的训练样本选取过程。依据训练样本的亮度特征建立“判别函数”，进行预分类；再依据预分类结果，调整训练样本，取得好的分类结果的过程，称为监督分类。

(2) 训练区的实际意义: 获得建立判别函数所必须的统计量。这些统计参数包括----- 均值、方差、协方差。