

彩色合成选择法及其在黄河入海口 研究中的应用*

张 昭 贵

(石油勘探开发科学研究院遥感所)

1991年7月6日收稿

摘 要

彩色合成选择法是根据色度学原理,求出地物之间在各种彩色合成方案中的色差,以选择彩色合成方案。将此方法应用到黄河入海口,提取黄河水、海水、沙滩、陆地等主要地物信息,效果明显。

关键词 彩色合成选择法 色差 黄河口 地物

彩色合成方法是增强信息的有效方法。随着传感器波谱分辨率的提高,遥感图像波段数的增加,彩色合成方案也随着增多。对 TM 图像从 7 个波段中选择 3 个进行合成的方案达 210 种。哪种方案能达到预期效果往往不能事先确定,为此,有必要对彩色合成方案作进一步的研究。并将研究结果应用到黄河入海口提取地物信息,取得一定效果。

一、彩色合成选择法

在计算机图像处理系统中,采用的是一组 (R) (G) (B) 荧光粉表示的颜色系统。在 CIE 色度学系统中是采用一组 (X) (Y) (Z) 三原色表示的颜色系统。同一颜色相对于两组不同的三原色值将有不同的色度坐标。这两个颜色系统的一般转换式可表示如下^[1,2]:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

其中 $C_{11}, C_{12}, \dots, C_{33}$ 代表对应的转换系数。

对美国斯坦福大学研制的 I²S101 图像处理系统,其图像显示系统所对应的两个颜色空间的转换式可近似表示为:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.201 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.066 & 1.117 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

依上述公式,可将 (X、Y、Z) 颜色系统与 (R、G、B) 颜色系统进行转换。但无论

* 此文得到了树柏,贺多芬高级工程师的热情支持,在此致谢。

(X、Y、Z) 还是 (R、G、B) 颜色系统,其对应的颜色空间为不均匀颜色空间。在 (R、G、B) 颜色空间中,人眼对红、绿、蓝亮度的感觉不同。在标准白光中,红、绿、蓝三原色亮度在总亮度中所占的比例并不均匀,其比值为: 0.30:0.59:0.11。即人眼对绿光特别敏感,红光次之,蓝光最次。同样,(X、Y、Z) 颜色空间也非均匀颜色空间。依 CIE-1964 均匀颜色标定方法: CIE-1964 均匀颜色空间用明亮指数 w^* ,色度指数 u^* 、 v^* 来表示。 u^* 、 v^* 、 w^* 坐标依 XYZ 三刺激值来规定^[1]。

$$\begin{aligned} w^* &= 25(100Y)^{1/3} - 17 \quad Y \in [0.01, 1] \\ u^* &= 13w^* \left(\frac{4Y}{X + 15Y + 3Z} - u_0 \right) \\ v^* &= 13w^* \left(\frac{6Y}{X + 15Y + 3Z} - v_0 \right) \end{aligned} \quad (2)$$

其中, $u_0 = 0.1978$, $v_0 = 0.3122$ 。

利用 CIE-1964 均匀颜色空间概念,可以依上述公式计算两个颜色 (u_1^* 、 v_1^* 、 w_1^*), (u_2^* 、 v_2^* 、 w_2^*) 在视觉上的色差 ΔE :

$$\begin{aligned} \Delta E &= [(u_2^* - u_1^*)^2 + (v_2^* - v_1^*)^2 + (w_2^* - w_1^*)^2]^{1/2} \\ &= [\Delta u_0^{*2} + \Delta v^{*2} + \Delta w^{*2}]^{1/2} \end{aligned} \quad (3)$$

当 $\Delta E = 1$ 代表一个 NBS (National Bureau of Standard) 色差单位。

ΔE 表示了位于 $u^*v^*w^*$ 三维空间中的两个颜色点之间的距离。理论上讲,当观察者于平均日光,白光或中灰背景上看同样大小和形状的两个物体的颜色时,公式(3)能准确表示两者的视觉差异。

当 3 个波段的遥感图像进行 R、G、B 彩色合成时,考虑到电子束流与磁带亮度值之间呈线性关系,公式(1)中的 R、G、B 三刺激值可粗略认为与磁带亮度值之间呈相同的比例关系。即: $R = CN_R$, $G = CN_G$, $B = CN_B$ 。其中 C 为一常数, N_R 、 N_G 、 N_B 分别为进行 R、G、B 彩色合成图像上磁带亮度值。

在公式(2)中,考虑到 $0.01 \leq Y \leq 1$,而 N_R 、 N_G 、 N_B 最大可取 255。故 $C = 1/255$ 。

依上述颜色空间转换关系及均匀颜色空间概念,可求出遥感图像上两类地物 A、B 经彩色合成后在均匀颜色空间中的色差 ΔE_{AB} 。 ΔE_{AB} 越大,则两类地物在计算机 I²S101 系统显示屏幕上分得愈开。反之, ΔE_{AB} 越小,两类地物在显示屏幕上越难以区分。

当区分的地物不是两个 (A 与 B),而是 3 个 (A、B、C) 时,则要求其色差 ΔE_{AB} 、 ΔE_{AC} 、 ΔE_{BC} 均取较大值。一般来讲要求合成后, A、B、C 在均匀颜色空间中所组成的三角形面积最大。即:

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta E_{AB} + \Delta E_{AC} + \Delta E_{BC}}{2} - \Delta E_{AB} \right) \left(\frac{\Delta E_{AB} + \Delta E_{BC} + \Delta E_{AC}}{2} - \Delta E_{BC} \right) \\ &\quad \cdot \left(\frac{\Delta E_{AB} + \Delta E_{AC} + \Delta E_{BC}}{2} - \Delta E_{AC} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

取极大值。

对于相邻的多个地物,若使它们在彩色合成后相互之间彼此较好区分,要求合成后,它们在均匀颜色空间中组成的空间多面体体积最大。特殊情况下可选用特殊的标准以达

到所要求的目的。

利用公式(1), 可对被区分地物在彩色合成图像上的颜色进行预测。

为了实现上述设想, 可设计计算机处理程序, 对可能合成的方案进行运算, 以选取最佳合成方案。

二、彩色合成选择法在黄河入海口研究中的应用

黄河入海口位于胜利油田东部。由于黄河所夹带的大量泥沙对黄河的改道, 河口处的堆积以及新生陆地的扩展均有重要影响, 利用遥感图像对黄河口进行动态监测并对黄河口各种地物进行识别具有重要意义。为此利用彩色合成选择法对黄河口地区的几类主要地物区分、泥沙堆积伸展方向, 海水侵蚀等进行一定程度的研究。

从 1989 年 11 月 20 日的 TM 图像上看, 在黄河口其主要地物可分为: 河口入海处的黄河水、海水(在子区的右上角)、滩涂(主要分布在黄河出口处下方)和陆地 4 大类。在原始 TM 图像上, 这 4 类地物边界模糊, 海水与黄河水混在一起, 难以区分。为便于制图, 较精确地圈定上述几类地物之间的界线, 研究各大类之间的关系, 将原始图像进行线性拉伸后, 选用上述地物明显确定的分布区作为训练区进行统计, 其统计结果如下:

表 1 黄河口地区 TM 图像线性拉伸后地物灰度值统计表

Table 1 The object statistical grey data in TM image of Huanghe River mouth after linear Scaling

灰度值 地物	波段	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
黄河水		206	210	205	234	4.5	5.4
海水		161.2	169	117	49	3.3	5.0
滩涂		49.4	27.6	12	163	102.6	73.3
陆地		162	160	134	197	73	63

将上述地物所统计的平均密度值输入彩色合成选择程序, 得到(可能的)120种彩色合成方案中地物两两之间的色差。

1. 彩色合成选择法区分黄河水和海水

根据计算结果, 区分黄河水和海水的最佳选择方案是 $TM_4(R) + TM_7(G) + TM_5(B)$ (以后简称为 $TM_{4,7,5}$)。合成后, 如图版 1 图 1。在该合成图像上, 黄河水与海水之间的色差为 123.035 (Nbs)。黄河水显暗红色, 海水呈黑色, 两种水体界线十分清晰, 达到了预期的效果。在该幅图像上, 可观察到黄河入海后其主体向东南方向流动, 其支流分多路流入黄海, 并对已形成的滩涂, 陆地进行冲刷、剥蚀, 在合适的部位进行沉积。这些人海处的黄河主流、支流及其流向对黄河口未来的地貌形态具有决定性的影响。在所有可能的合成方案中, $TM_{5,7,2}$ 图像对黄河水和海水区分效果较差, 其色差为 9.432 (Nbs), 如图版 1 图 2。在该图像上, 黄河水与海水均为深蓝色, 两者难以区分。

2. 彩色合成选择法突出陆地和滩涂

黄河口地区陆地和滩涂研究是黄河口研究中非常重要的一项课题。对这两类地物的区分,边界的确定是该地区泥沙堆积速度、堆积方向等定量研究的基础。对 TM 图像,利用彩色合成选择法对其边界的确定和突出取得了较好的效果。在各种可能的合成方案中, $TM_{5,3,2}$ 方案效果较好,合成后(图版 1 图 3),两类地物间的色差可达 133.946(Nbs)。在该图像上,绛红色的陆地与浅蓝色的滩涂明显可分。对区分陆地和滩涂不利的合成方案是 $TM_{5,7,2}$ (图版 1 图 2)。

此外,应用彩色合成选择法在突出黄河水和陆地、海水和陆地、黄河水和滩涂、海水和滩涂等几种地物中也有明显效果。由此可见,利用各种地物的波谱特征(此处主要是密度值),应用彩色合成选择法能有效地达到提取地物信息的目的。

参 考 文 献

- [1] 毕厚杰等,图象通信工程,人民邮电出版社,1987年。
- [2] Williams and Chavez, Selecting Band Combination from Multispectral Data, Photo. Eng. & Rem. Sen, Vol.5 pp.681—687, 1985.

THE CHOOSING OF COLOR COMPOSITION AND ITS APPLICATION TO HUANGHE RIVER MOUTH

Zhang Zhaogui

(Remote Sensing Department, Reserch Institute of Petroleum Exploration and Development)

Abstract

Color composition is simple and useful in image enhancing processing, but is always limited by user's experience. In this paper a metho of choosing color composition is given which is based on chromaticity. The visual sensitivity to color difference between objects on computer VDP can be caculated in all kinds of possible color composition, then the best choice of color composition can be gained. It is very profitable to apply this method to extract interesting information from images. In Huanghe River mouth there are about four kinds of objects such as Yellow Sea water, Huanghe Water, delta Land and seabeach which basicly determine the enviromental changes and influence the oil industry development. Using Thematic images and choosing best color composition has successfully define the boundaries between objects and provides exact data for further studies.

Key words Choosing of color composition Color difference Huanghe River mouth objects

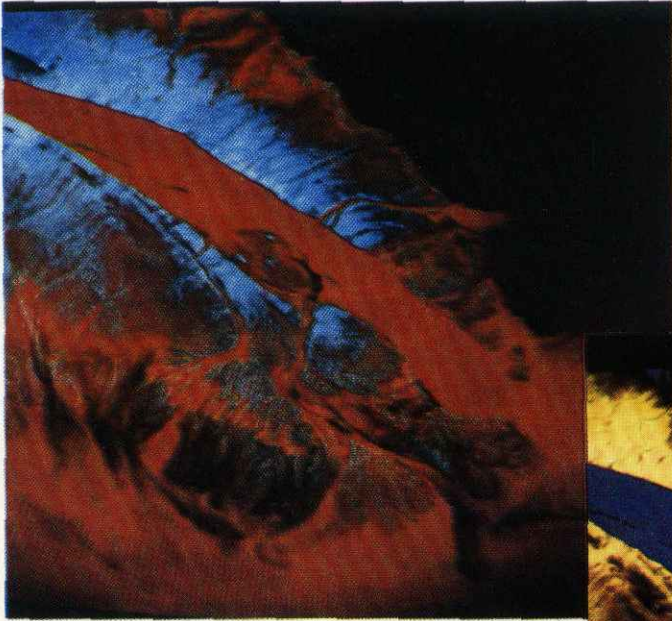


图1 TM4、7、5图像



图2 TM5、7、2图像



图3 TM5、3、2图像