

对灰度不同的底片进行假彩色编码

PB04007130 赖海容

PB04007225 柴立晖

在实际生活中有很多黑白照片，比如 B 超照片、X 射线底片、金相图片等。但人类视觉能同时分辨的灰度最多不过 15-20 个层次。而人眼的视锥细胞对彩色的分辨力却相当敏锐，以至可以辨认出数以千计的不同颜色。假彩色编码是通过光学手段给一张黑白底片中不同黑白层次赋予不同的颜色，以提高人眼对黑白底片的识别能力。

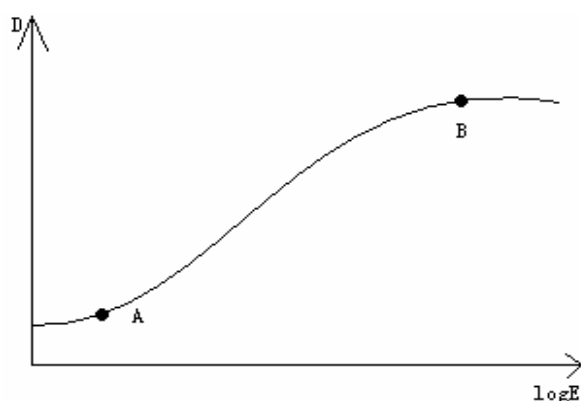
原理概述:

我们面临的主要问题是如何将不同的灰度转化为不同颜色。灰度信息既是光强信息，而彩色是不同频率的光所占比例不同形成的。因此就要把黑白照中的光强信息转化为频率信息。

通过查找资料，我们发现人们对这个问题的解决，主要是依靠胶片感光材料的厚度与光强有线性关系，从而将光强信息转化为底片感光材料的厚度信息，进而利用再现光路将厚度信息转化为光程差信息。由于不同频率的光发生干涉时对光程差的要求不一样，在成像面上不同频率的光光强分布就会不同，从而达到配色的目的。但是由于很多情况下，光强变化是连续的，从而成像面上各颜色重叠在一起，就不能达到假色彩配色的目的。因此，我们要对底片厚度信息做量化，使之出现大的跃变，将各频率的光分开。这个目的可以用矩形光栅达到。

原理详述:

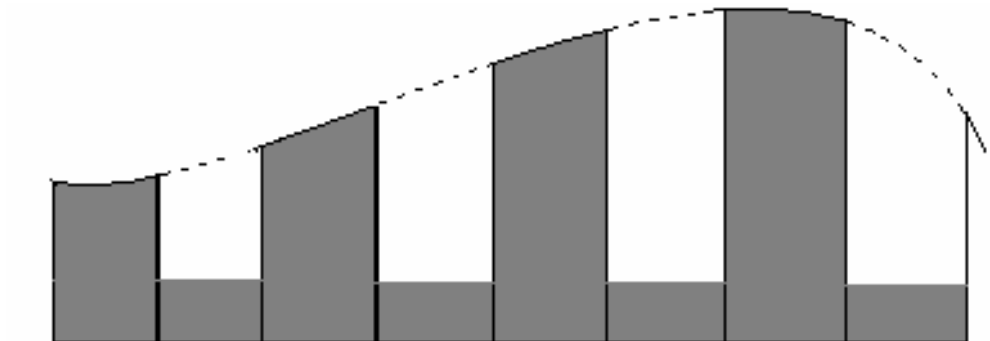
底片感光、显影、定影、漂白后的感光材料的厚度与光强的关系通常如下图所示:



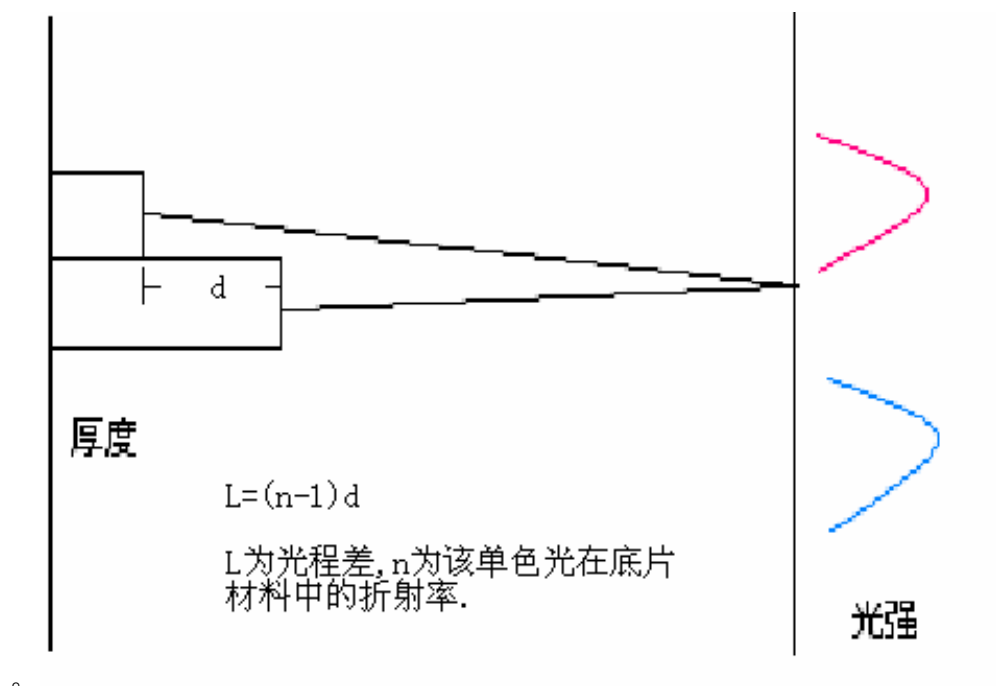
可见 AB 段为近似线形区。若将由灰度底片透过的光强控制在此线形区内，则能

较好地将灰度信息转换为厚度信息。并尽量保证信息的完整性。

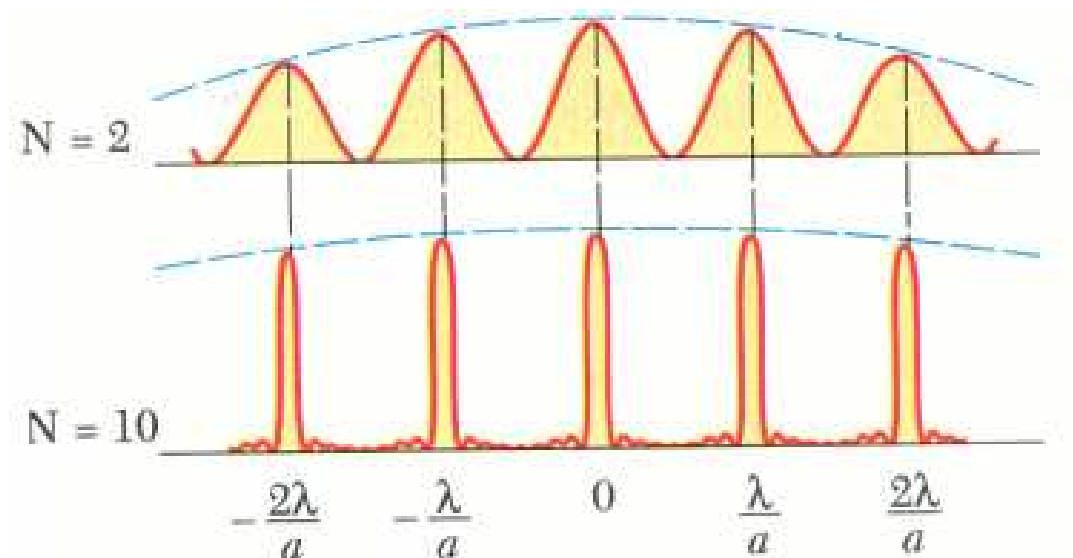
若在曝光过程中加入光栅(与底片紧靠)，漂白后的底片感光材料的厚度示意图为：



将加了光栅拍好后的底片放入再现光路后，由于光程差的存在，单色光在成像面上为一系列光强分布不同的光带，若用白光做光源，则由于各颜色光的折射率不同，在光栅常数选取适当的情况下，各颜色光的条纹在成像面上会错开从而达到了配色的目的。



此图中所示为近似双缝干涉结果，而实际可近似为多缝干涉结果 (取单色光为例，光强分布如图)。

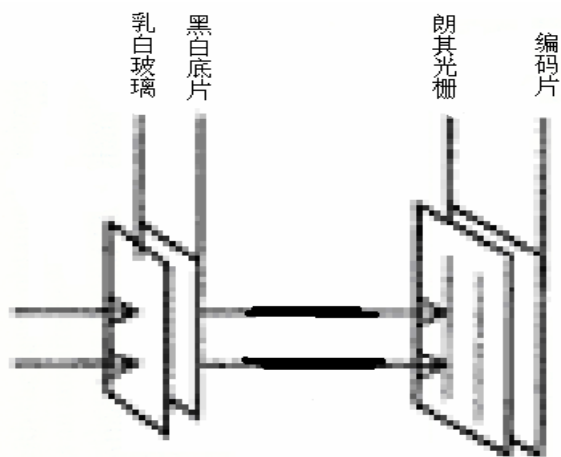


从图中可看出极值点的位置没有改变，只是光强分布更加集中。

以上为自然光配色的结果，若想自己控制配色，则只要增设一频谱面，并在上面加不同颜色光的滤波器(扎孔)。一般黑白照片的灰度分布为二维，故需一二维光栅对其进行二维的假彩色编码。

实验步骤:

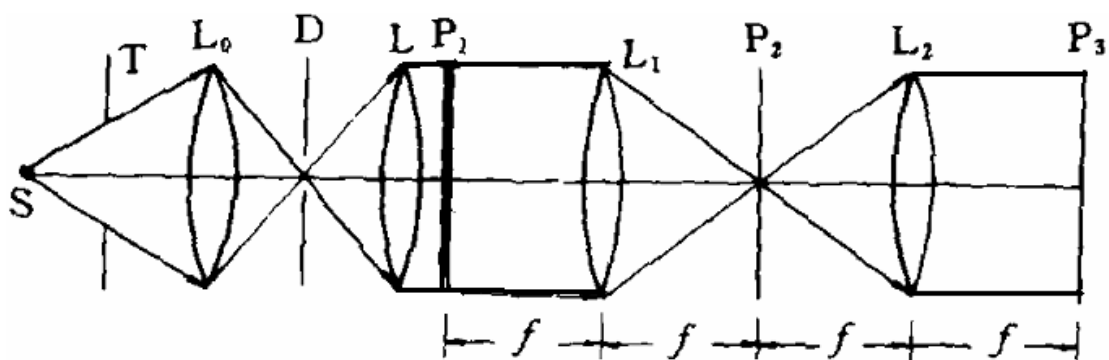
1. 拍制底片的光路如图:



乳白玻璃的作用是防止光强过强

2. 对拍得底片进行显影、定影、漂白处理。

3. 再现光路如图



S:光源、T:光屏、D:小孔光阑、L1、L2:傅立叶透镜、L0:聚光透镜、L:准直镜、
P1:编码片、P2:频谱面、P3:成像面

实验原理分析:

1. 灰度与拍摄时采用的光强应使得透射光分布在胶片感光的线形区内。(可根据厂家提供的厚度---光强分布进行选择。)底片的灰度等级应尽量丰富,最好不要选择两极分化很大的。对胶片的要求是线形区越宽越好。

2. 对光栅常数的选择。由光学知识可知,主极大的半角宽为:

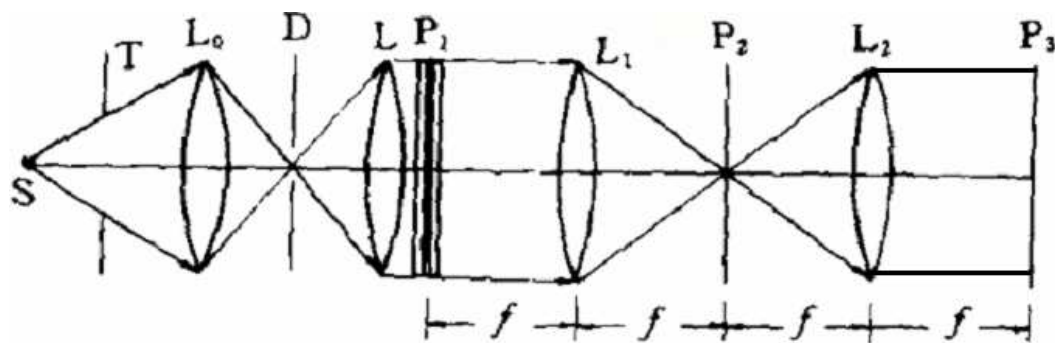
$$\Delta \theta = \lambda / (Nd)$$

N 为光栅的缝数, d 为光栅常数。由此可:光栅常数与主极大的半角宽无关。我们认为光栅常数的选取与黑白底片的灰度变化快慢有关。灰度变化越快,应选取越密的光栅,以减少丢失的信息量。当灰度变化不是很快时没有必要选择很密的光栅。

实验中常选用 30*30 或 100*100 的二维朗其光栅(占空比为 1:1 的矩形光栅。)

3. 根据实验原理,我们发现只要原底片的感光材料厚度与光强有对应关系,则可将拍摄光路与再现光路合在一起,略去拍摄底片的步骤,理论上可以达到同样的效果,我们希望通过实验来比较二者的优劣。

总体光路图为:



S:光源、T:光屏、D:小孔光阑、L1、L2:傅立叶透镜、L0:聚光透镜、L:准直镜、P1:黑白底片与朗其光栅叠放、P2:频谱面、P3:成像面

实验分析:

1. 在没有对原理进行深入的理解之前,我们曾试图用一维正弦光栅对一张只由黑色线条构成图案的玻璃配色。结果在频谱面上得到中间为一白色亮光斑,上下两侧有微弱彩色光斑的像。对其中的红色部分扎孔后,在成像面上得到全红无明显亮度变化、无图案的像。再对中间的白色部分扎空后,得到全红无明显亮度变化但有图案的像。并未达到对不同灰度配色的预期效果。分析实验失败的原因,有:

a. 光栅的选择是不正确的。正弦光栅不能使连续的光强分布出现跃变,从而使色彩重叠在一起,只出现白光。

b. 原始底片选择不正确。能把拍摄光路和再现光路合为一体的条件是原始底片对灰度的记录靠厚度来实现。而我们选择的玻璃显然不满足这一要求。

c. 灰度信息是二维的,最好选用二维光栅

2. 老师的实验。在购得朗其光栅后,老师曾按上述方法对黑白底片进行配色。确实在成像面上出现了彩色花纹,但因为干板厚度不够,使得线形区过窄,导致彩色不是很明显。

因为还未购得合适的干板,我们还没有真正地进行这个实验。待条件具备后,我们将严格按照实验要求进行操作。

参考文献:

《X射线底片假彩色编码》郭宏川

《位相调制假彩色编码实验》鲍宏志、张映辉

《新型彩色金相仪的研制》吴世雄、杨明武、鲍良弼、尤显辉、徐伟名、张桂贞