

技术下分

国外电影参考资料

单行本 第50号

用调制高频录音法 作为测定最佳加工条件的方法

(附变积式音迹加工的实用方法)

北京电影学院

1979.12



用调制高频录音法

作为测定最佳加工条件的方法

内容摘要：形象的清晰度对变积式声带的质身关系很大。完善的音迹要求透明下分完全透明，而黑下完全不透明，透明下分和黑的下分之间的边界要十分清楚，还要求音迹的图形和调制电流计把音波扫描出的图形完全一样。

高频录音的平均透光率如有所改变，则要产生失真。由于高频波形的存在，高密度使平均透光率减小，而低密度使其增加。平均透光率是以无纹号的曝光音迹作为50%而与之相比较而得。可能找到某一密度，它的平均透光率的改变很小（如果有的话），这个密度接近于完全的清晰度和最小的失真度。用目前商业录音胶片作为底片（或底片）录音时，这个密度是很低的，大约只有0.6到0.8左右。底片又必须录到相当大的密度，以便降低本底噪声。底片上平均透光率的改变是允许的，因为只要选择适当的正片密度，就可取得最小失真的正片。

调制的高频录音法是在给定的洗印车间加工条件下，测定正确的底、正片密度的最精确的方法。可用具有几个载频和一个400赫调制波的振荡器来进行录音。用几种曝光电流录下调制载频波并加工到几种底片密度。再把底片印制成几种密度的正片，再用适当的收音设备去测得400赫的输出。输出400赫最小的底、正片密度的配对说明形象清晰度最好和失真最小加工的条件。

设计和制造振荡器时，要注意使它本身的400赫输出达到最低程度。

※ ※ ※ ※ ※

变积式音迹的录音质量要求完善的波形、低的本底噪声和避免音身失真，这三方面是至为重要的要求项目。在杂志上经常出现有关这些内容的论文。1935年凯洛格^①完全地论述了这三个方面。本文的目的在于详细地讨论波形问题，描述如何测定最佳加工条件的方法。

1927年哈迪^②在叙述这个题目的一般理论时说：“……变积式音迹录音法的音质和底、正片的曝光与显形条件是无关的”。同变密式系统相对地说，变积式系统在本质上确是如此。对于大约4000赫以下的低频而言，假如曝光和显形不是与正确数值偏离太大的话，确实是如此。所录的高频愈高，就愈要求正确的曝光和显形。

琼斯和桑特维克^③1930年曾提到影响感光形象结构的某些因素。本文所要讨论的内容和这方面有关的是：形象收缩、形象生长和邻近形象的相互作用。对于4000赫或更高频的优质放音来说，这些因素就成为相当重要的了。

穆勒^④根据他对分辨力和反差度的考虑，制定了声底片和声正片的密度。对变积式录音的频率和音身范围而论，这些因素是必要的。录制高频时，感光形象的结构这一因素也应考虑进去。迪密克^⑤1931年令人赞赏地讨论了高频输出最大时的底、正片密度这样的题目。高频波形的不完全，不仅带来谐波失真和音身失真，而且也带来有害的声音，即通俗称之为“锉刀”声或“哈气”声。这种失真虽然和所录的频率无关，但当所录高频反复出现（即断续出现），或改变其幅度时，就出现失真了。图1说明这个论点。A说明失真随着音身而增加。B说明由于高频波列的形成和消失这样的重复现象而增加的新频率。由于语言和音乐都是由这样一些波列所组成，可见失真是跟着频率和幅度不断地变化的。至于波形失真的数学分析已由库克^⑥于1930年和福斯特^⑦于1931年做过了，这里不再重复。本文将限于论述有关加工过程中如何生产失真，又如何去减低至最小程度的过程，并解释有关的实验数据。

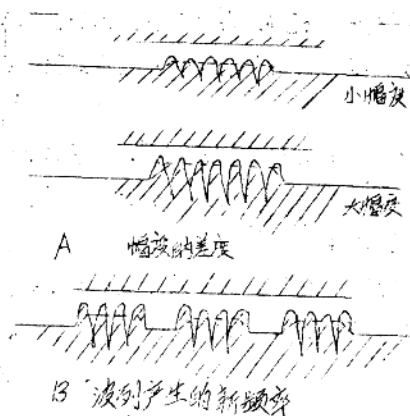


图 1 (A)由于音势增加的失真
(B)由于波列产生的新频率

米斯⑧在1935年较为简明地叙述了最小失真的条件，就是：“感光乳剂在录音过程中，由于光学系统产生的光散射作用和感光乳剂本身而使形象模糊的失真现象，在印制过程中被相应的形象漫延现象相抵消时，就出现最小失真点”。

迪密克提议采用高频录音法作为感光形象漫延所产生失真的实用测定法。

1936年的早些时候，E. P. 舒茨设计并制出了第一个

调制高频振荡口，迪密克第一个使用它而取得实际效果。此后，在设计和制造振荡口方面不断有所改进，并且还出现了许多有关各种乳剂的形象漫延、不同类型的显形液和印片机方面的论述。

无疑，这种振荡口到目前为止是最有效的工具。不但对研究感光录音的加工条件有用，而且对于检查其他失真的原因，例如：对检查放大口、扬声器、印片机等产生的失真都是有用的。

本文的目的只是说明它在感光录音上的应用。关于它的使用问题，以后另文叙述，以便使想使用这种方法的人能有所参考。

形象的清晰度

为了全面了解这个问题，需要研究形象清晰度和影响它的各个因素，以及使变积式录音达到完善音迹的各种要求。完善的音迹必须是透明、分

完全透明，而曝光下分或黑下完全不透明。透明与黑下分之间的分界线上必须十分清楚，并要求音迹的图形和调制电流计把波形扫描出的图形完全一样。

透明下分的透明程度同感光材料内在的特性和灰雾有关；黑下的不透明度同曝光和显形有关；分界线上的清晰度同感光乳剂的性能和显形有关。（假定录音过程中边界是记录得很清楚的话。）

调制电流计把波形扫描就成歪的复制图形这一点与底、正片上形像的清晰度有关。正如上述一样，形像的结构受三个因素的影响：形象收缩、

形象生长或漫延、和邻近形象的相互作用。一切乳剂的这三种因素都同曝光和显形有关。图2对说明白这个问题稍有些帮助。

B代表从电流计扫描出的正弦波形。A代表曝光不足的情况，它说明形象收缩现象。C代表曝光过度的情况，它显示出形象生长现象。可以出现一个曝

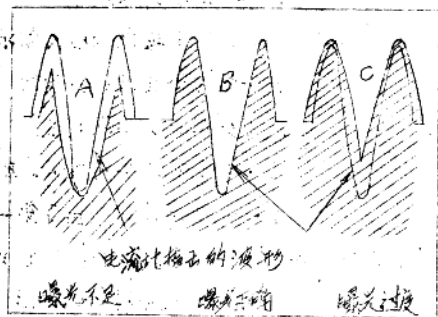


图2 形象的收缩、生长和邻近相互作用对形象结构的影响

光程度，它既无形象收缩，又无形象生长的现象。为了方便起见，我们把这个密度称之为“平衡密度”。偶然一想，以为可以把这个密度作为合适的密度使用。但是以目前的各种乳剂用作变积式录音时，这个平衡密度出现得太低，因此不能符合完善录音的要求。另外一个原因是，目前要从录音底片上去印制正片。由于正片乳剂的特性和印片机的打滑，用平衡密度的录音音迹印到正片上，使正片音迹的平衡密度是如此之低，只有0.4到0.5左右。这样就引进了相当大的噪声，并且输出也很小。

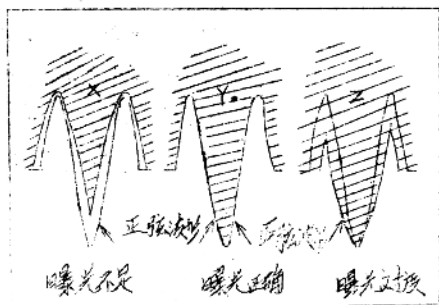


图3 正片曝光的影响

过低，以致噪声大和输出小。Z可从图2(A)而来。从图2(C)而得的 Σ 正合乎要求。

平均透光率

参考图4，并用透光率去解释形象的清晰度。由于形象收缩而导致平均透光率的增加（这里平均透光率是指未调制的半边音迹），而影像生长则导致平均透光率的减少。平衡密度条件下，形象清晰度好，而且不改变平均透光率。利用影响平均透光率这个现象，可用许多方法来测定形象的清晰度。方法之一是录下高频的半边音迹，然后用微型密度计去测平均透光率的变化但这并不是个实用的方法。当音迹通过放音机时，只能测异光电管电流的直流变化。那么如果不用直流放大器，就要用灵敏的电流计才行。

用调制高频的录音法可通过测异交流电流的方法去测平均透光率，这就可以在合适的放音设备上放大和测异就可以了。

调制的高频

因此，有必要在录音的音迹上有意识地引进形象漫延，然后在印出的正片上再用形象漫延去抵消它。

正片上的曝光不足或过度和底片产生同样的效果。图3说明这些情况。X和Y可以从图2(B)产生出来。从图2(B)获得的Y将获得极好的清晰度，但由于密度

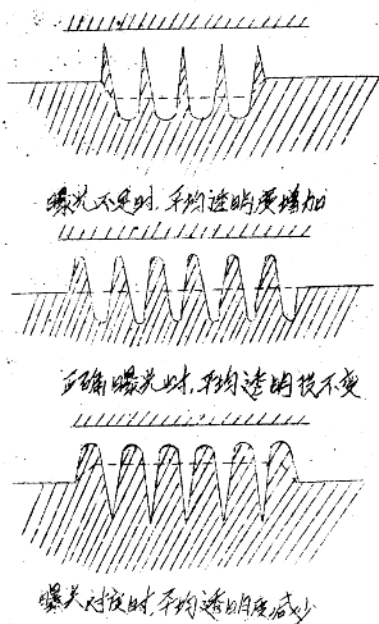


图4 曝光对平均透明度的影响

曝光条件出现类似的情况，不过平均透光率是减少。正确曝光亦即平衡密度的条件下，平均透光率不起变化。图5(B)是个调制的9000赫音迹的显微照片。

把调制的音迹通过不失真的收音机上收音，经过低通滤波口只让调制频率通过，而衰减其他一切频率。那么，平均透光率只要有一些变化，就能测到低频（调制频率）。一切不足或过度曝光将在输出测得确定值，只有在正确曝光条件下，读数才是最小。所以，从许多读数画出的曲线上，可以区别曝光到底是不足或是过度。

当形象的清晰度不完善时，高频录音的平均透光率同高频的幅度和反复出现有关。所以，如果用比较低的频率去调制一个高频，高频的平均透光率将跟低频的频率而起变化。

在图5(A)上，用三种情况即：不足、正确、和过度曝光来说明调制高频的录音。在不足的曝光条件下，平均透光率是按高频音律的幅度而正比增加，并按低频的频率而从最大到最小之间变化。过度的

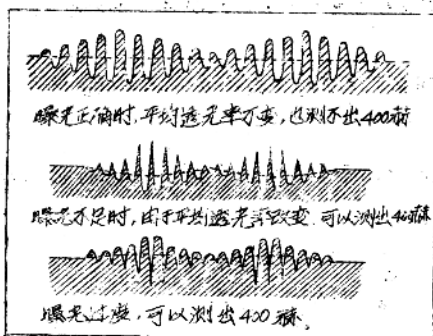


图5 (A) 曝光对调制高频录音的透明度的影响。

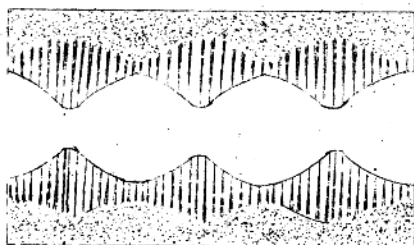


图5 (B) 400赫去调制9000赫的调制高频

图解法

为了更好地理解和说明起见, 可采用下列作图法。按同等的幅度把1000、9000赫和用400赫去调制的(75%调制率)9000赫按不同曝光(或录音灯泡)电流录下这些音律, 每个录音后应附录下一段几英寸的未调制音迹, 以供测另密度之用。每个底片印制出一系列正片, 并按标准的发行拷贝加工法进行加工。这些正片在放音机上通过400赫的带通滤波器, 仅测另其调制频率, 将获得底片密度配合的各组读数。

参考文献

- ① “变密式和变积式系统的比较”

E.W.Kellogg, 电影

工程师学会 (SMPE) 会刊 1935 年 9 月, 第 203 页。

② “感光录音的音质再现”

A.C.Hardy, SMPE 会刊 1972 年 9 月, 第 475 页。

③ “录音胶片的感光性能”

L.A.Jones, O.Sandvik, SMPE 会刊 1930 年 2 月, 第 108 页。

④ “变积式声带的感光处理”

J.A.Maurer, SMPE 会刊 1930 年 6 月, 第 636 页。

⑤ “变积式录音的高频响应受曝光和显形的影响”

G.L.Dimmiok, SMPE 会刊 1931 年 11 月, 第 766 页。

⑥ “孔径效果”

E.D.Cook, SMPE 会刊 1930 年 6 月, 第 650 页。

⑦ “曝光和显形对变积式感光录音的影响”

SMPE 会刊 1931 年 11 月, 第 749 页。

⑧ “关于录音的某些感光方面的问题”

C.E.K.Mees, SMPE 会刊 1935 年 4 月, 第 285 页。

译自: SMPE 会刊 1938 年 1 月, 3-17 页。

题名: Modulated High-Frequency As A Means of Determining Conditions for Optimal Processing

作者: J.O.Baker, D.H.Robinson.

译者: 北京电影学院孙良录

变积式音迹加工的实用方法

导 言

本文的目的是给那些不具备音响测试条件的洗印车间提供关于变积式音迹的感光控制方面的资料；另外对印片设备怎样改装成为标准设备，以提高音迹的质量，也是本文目的之一。如果要建立并保持一套更完备的加工控制基础的话，建议他们去阅读 RCA1B-24417《变积式音迹的质量控制》一文。

用眼检查和测量密度，既可不用音响测试设备，又能获得满意的质量控制。假定其他一切因素保持不变，那么从试听中可找出合适的密度；通过密度的测量可算出这个密度的数值。要是能经常进行密度测试（至少每天进行）并保持合适的密度不变，就能保持音质稳定。使用的密度计要能够测量到密度 $3 \cdot 0$ ，并且能测量孔径不大于 $0 \cdot 012$ 英寸的面积。获得适当的数据以后，放在显微镜里观察，有利于发现问题。用相对低倍数（径向放大倍数大的 25 倍）的显微环，再加上个熟悉的过程，关于变积式音迹感光方面的大多数问题就可以解决了。

很显然，使用这样的设备，一般还不能解决最精细的问题。但是，通过放音试听和掌握一些用眼看或仪口测量的结果和还音质量之间的关系以后，就能取得音质控制的满意结果。

本文提出关于曝光和密度的数值仅供参考，而不能看作绝对的要求。这些数值当然是跟随所用胶片的型号而差别很大。同时，密度数值还跟随同一型号但不同批号的胶片而稍有差别。录音机使用的录音胶片必须是高反差的负片。发行拷贝的正片是按照画面的要求而选定的。还要注意：这个国家使用的胶片不一定能在别的国家那样容易获得，同时这些国家使

是不同的。此外，对于不同的显形条件和不同的底片，需要不同的数值。因此，不可能把曝光电流和密度数值具有一般性，而只能把控制方法建立在这样的基本概念上，就是：音迹要有足够的密度，以便有足够的音势输出和低杂音电平，同时要正片具有一定的清晰度。

附录十

建立曝光控制的步骤

建立质量控制的具体步骤如下：（还要在“用眼检查质量”和“影响正片曝光和显形的诸因素”九节中更进一步地论述。）

1. 底片曝光

a、用下列曝光电流（5.0, 6.0, 6.5, 6.7, 6.9, 7.1, 7.3 和 7.5 安）录下一些带有丰实嗓音的词句，每次录音时重复诵读这些词句。

例如：“sister Suzie”或“*She sells seashells by the seashore*”含有丰实的嗓音）。给负片曝光时，用紫外线滤光片一般能改进音质，当使用相对的粗粒胶片时尤其是如此。

2. 底片显形

a、用没曝光过的胶片小段（样片）分别以4、5、6、8和10分钟的显形时间进行显形，以便测定不产生过厚灰雾条件下胶片能经受显形的最长时间。这里最大可容许的灰雾是0.06。

b、用不同电流录下的底片按上节所测得的最长时间去显形。

3. 正片曝光

a、测定正片的曝光量：用无音迹而只有如2b那样片基密度的底片试验去印制出1.20, 1.40, 1.50 和 1.60 密度的四个正片所需的曝光量。试验时在正片显形液中显形。

b、用不同密度档的底片各印制出密度为1.20, 1.40, 1.50和1.60

的四个正片。

注意：使用紫外滤光片曝光，有些时候能获得较好的效果，这将在文中“影响正片曝光和显形的诸因素”一节里解释。

4、正片显形

a、把一段没曝过光的正片底料显形而测定灰雾是否在容许量以内。正片的显形液是按画的要求而配制的，因此是不能变更的。但是必须保证这种正片显形液不致在音迹上产生大于0.04的灰雾。

b、把3b中印制的正片进行显形，并让它干透。

5、试听

a、使这些正片在优质收音机上放音，并选出哪一组底片密度和正片密度放音的音质最好，选定音质时必须注意到以下几点。

(1)说话的音质是否自然，特别是啞音方百。正、底片的密度配合得不好时，啞音就有沉浊之志。必须把加强啞音或由于录音补偿因而提高高频输出的效果和啞音的真正失真或破裂声相区别。

(2)没有无杂音的“哈气”声或“噎噎声”。

(3)注意输出电平，检查一下音质好的正片是否有足能的输出电平。这将在“形像漫延”节中评述。

6、用眼检查

a 用显微并观底片和正片。若把最好的配对和最坏的配对加以比较，对于今后判明问题的原因是有帮助的。例如，从一个低密度的底片印制到适立的正片密度上，这个正片在显微并里看来有曝光过度的现象。即显示出波峰变宽而波谷变窄，一如曝光过度的特征一样，但是实际上这个正片却是曝光正确的。因此，如果以后发现正片上出现同样情况而音质不好时，可能是出于同一原因。以后将在“用眼检查质量”一节中将进一步讨论这些因素。

7、密度测量

a、把听起来音质最好的正、底片组合进行密度测量。如果有几组(例如2.00密度的底片印到1.20密度的正片和1.80密度的底片印到1.00密度的正片)的音质同样好的话,则选取正片密度较大的一组。在其他各因素都不变的条件下,以后用这些密度的录音,将会获得一样的效果。同时把密度仅高于或仅低于最好组合的两组密度都录一下是有用的,以便求知在音质不过坏的情况下,密度变化的范围有多大。今后如果遇到偶然事故,把底片密度冲洗过高或过低时,怎样相应地在正片上增加或减少密度去抵消,就有了把握。

b、可能会找到一个底片密度稍高于最小正比密度这样一个特殊组合的加工条件。例如密度为1.5的底片和密度为1.4的正片可能是满意的,并对混合录音和发行拷贝来说能获得很好的结果。另外要考虑的重要问题是关于光学翻印的问题。如果录出的声带有可能需要进行光学翻印,则底片密度最小要达到1.9或更高些。这样的底片既能获得满意的复印效果,又能获得混录用的和发行用的正片。这些正片虽然密度较高,但还不致遭到过多的音质损失。

c、一般情况下,对发行拷贝加工条件的测试方法同样用于对翻印的加工条件上。更详细的讨论见说明书1B-24417中,它里面包括加工中每个工序的密度值,反差值和滤光片等问题。

d、从试听效果中选出来的密度组合可以同“音迹密度表”相对照比较。这个表提供各种胶片原料的密度,曝光、和加工条件。但是要知这些数字只是大概,并且还要使用好的印片机才能符合。表中第一行是指不用特殊的底片显形液(参考“影响正片曝光和显形的诸因素”一节)而言的密度,第二行是指使用特殊底片的显形液和发行拷贝使用正片显形液而言的密度。第三行是指供混合录音用只有音迹(无画面)的正片,并且指底片和正片都用特殊的底片显形液而言的密度。

录音胶片原料		底片和正片都在 正片显形液中显形		底片用普通显形液 式底片显形液 正片用正片型显形液		底片和正片都用特殊变积式 显形液	
		底片密度	正片密度	底片密度	正片密度	底片密度	正片密度
粗粒片	紫外光底片	1.7	1.5	2.2	1.3	2.0	1.9
	白光底片			不使用			
微粒片	紫外光底片	2.0	1.5	2.5	1.3	2.4	1.9
	白光底片	2.0	1.6	2.5	1.3	2.1	1.9

* 变积式录音胶片中相对的粗粒片，例如迪邦 201 和伊思曼 1357

** 变积式录音胶片中相对的微粒片，例如迪邦 226，伊思曼 1302 和 1372。这些微粒片有较好的分辨力，因此，一般说来，要求较大密度的底片。例如伊思曼 1372 有一层密度大约为 0.25 蓝色抗灰雾的底层，因此上表所示的密度就要相应地增加。

音质缺陷及其原因

如果在试听过程中发现最好的密度组合出现：底片密度高于（或正片密度低于）上表列出的数值，可能是由于：

- 1、印片机接触不良或有严重的打滑现象。
- 2、正片显形液的显下特性太高。但这种现象很少出现的，因此故障还可能是在印片机上。
- 3、底片听起来反而比正片好得出奇。

如果底片密度低于，或正片高于上表列出的数值，而且听起来模糊，缺少明亮感，并且可能有“发粗”和“刺耳”的音质，可能是：

- 1、录音车的焦点失调。

底片反差太高，并且反差不够。

如果底片和正片都有声音失真的情况，可能是底片或正片音迹上曝光不均匀，也可能是其中任何一个因素的缺陷。总要首先检查底片，因为经验告诉我们由于印片机的原因而产生质量的缺陷要比其他因素的原因多。

2. 如果由于无杂音的作用（开门和关门动作）而听到哈气或噎噎声，在音迹的透明下分将会看到较重的灰雾，那么这就是由于：

a. 印片机的接触不好。

b. 正片显形液的趾下太高，并产生灰雾。

3. 正片上有磨损或不洁情况。

4. 如果音质是发粗或刺耳（音节听起来同它的响度关系有不自然的总觉），可能是由于印片机接触不好。因为低音音的音节调制时给灰雾所盖住，同高音音的音节相比，受到的抑止较为明显的缘故。

5. 如果音质按快节奏并间断地变化的话，可能是由于录音车或印片机上运转不好，产生焦点忽实忽虚的情况。

综合这些关于音质上经常遇到的缺陷，将会有助于寻找故障的原因。

1. 如果底片显形液的趾下太高，并且反差度不够的情况：

a. 底片的曝光要求提高。

b. 底片将缺乏清晰度。

c. 最佳的正片密度将会提高。

d. 音质将会模糊，缺乏明亮感。

2. 如果印片机接触不好，并且打滑现象：

a. 正片将缺乏清晰度。

b. 音质将会模糊，缺乏明亮感。

c. 最佳正片密度将会下降，或者相应的底片密度提高。

d. 音质将会发粗，并且听起来可能会有声音失真。

e. 无杂音动作上将会听到有哈气或噎噎声。

要注意到一点，就是质另次的缺陷所产生的症状同它的形象已经形液所产生的症状相仿。但是通常可用这一因素去区别它们：底片的底片缺陷，普通的透明下分将有灰雾，而且偏流纹严重地有填缝的效果，而普通底片下分却没有灰雾。假如印片机是好的，只是显形液不好，那么整个胶片将有灰雾。

有时会出现这种情况：单印音迹质另还好，但音迹和画百都印，质量就不好。这可能是由于印片时的跑光，印画百的时候，有些光线漫射到音迹下位的缘故。

用眼检查质另

用眼检查变积式音迹时，要观察三个明确的质量：清晰度、形象漫延和反差。这三项质另见图1所示。为了解释的目的，图上绘于夸张了。图2是典型底片和正片的显微照片（从略），它们说明普通底片和特殊底片显形液所取得清晰度的效果。这些照片有助于在显微镜下观察时作比较之用。

1、清晰度

正确曝光和显形的底片将会出现极好的清晰度。在经向25倍放大下，未调制音迹的边下不能出现明显的密度陡度。必须是个干净、透明而清晰的边下。

正片上的清晰度也要接近底片的清晰度。然而正片的清晰度在印片过程中总是有些损失。这是在实际情况下几乎是无法避免的。从图1就可看出正片波形的边就不如底片上那样干净，透亮。

比较一下低频或未调制下分和高频下分边上的清晰度，可以看出印片机的打滑现象对低频或未调制下分的形响很小，而对高频下分的清晰度的形响就很大。假如未调制下分也缺乏清晰度，那么可能是接触不好的毛

