

53.66083

BEG

53.66083

BEG

磁性录音论文集

布尔高夫 主編

高善毅 譯 刘連庆 校

中国电影出版社



磁 性 录 音 論 文 集

〔苏联〕布尔高夫 主編

高善毅 譯 刘連庆 校

中 国 电 影 出 版 社

一九六三年·北京

МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ ЗВУКА
(СБОРНИК ПЕРЕВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

Составитель и Редактор
В. А. Бургов

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ИСКУССТВО»
Москва 1956

磁性录音论文集

〔苏联〕布尔高夫 主編
高善毅 譯 刘連庆 校

*

中国电影出版社出版
(北京西单舍饭寺12号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第089号

中国財政經濟出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行 全国新华書店經售

*

开本850×1168毫米 $\frac{1}{32}$ •印张15 $\frac{1}{2}$ •字数: 298,000

1963年12月第1版

1963年12月北京第1次印刷

統一書号: 15061·118 印数: 1—860冊

內 容 說 明

本論文集原是苏联把欧美各国有关杂志上发表的磁录技术論文選选25篇譯成俄文輯录成冊出版的,本書是根据俄譯本轉譯的。其中只有一篇是年代較远的——1937年的經典論文,其它均选自1951到1955年发表的文章。文章內容包括磁录原理、頻率特性标准化以及所使用的磁头、載音体、輸片机构、放大器等设备各个方面。1951—1955年正是西方磁录技术成熟和发展的时期。因此,这一时期的重要論文具有相当的参考价值。

由于近年磁录的进一步发展,本論文集中一些数据已不代表最新达到的指标(但在原理上基本是适用的);鉄淦氧磁物已能有效地用作录音和还音头;放大器设备已经有了各种适用于磁录的綫路,而不限于本論文集中一篇的那一种。

本論文集适于广播、电影及其它制作和使用磁录设备的技术人員閱讀和参考。

目 录

磁性录音和还音方法

- 利用磁带和环形磁头进行的磁性录音…………格·留别克 (1)
- 高频偏磁磁性录音法…………弗·克罗聶斯 (42)
- 论磁性录音的内部机制…………克·施瓦尔茨 (60)
- 位移的边缘磁性录音…………哈·尔·达尼爱尔 (80)
- 在一条声道上或是在两条并列的声道上
进行同时录音及其分别还音…………弗·克罗聶斯 (92)

磁性录音和还音用磁头

- 磁头…………弗·克罗聶斯 (97)
- 录音头的隙缝磁场…………依·格列聶尔 (118)
- 新型的磁头…………姆·卡姆拉斯 (147)
- 磁头的磨损…………姆·列特金盖尔 (156)
- 铁淦氧磁物用作磁头铁芯材料…………奥·施米德巴乌爱尔 (174)
- 阴极射线还音头…………阿·姆·斯基列特、
列·耶·列维利德日、依·乌·格列什安 (183)
- 对磁通量敏感的磁性还音头…………耶·德·达尼爱尔 (191)

载音体

- 磁性载音体…………弗·克罗聶斯 (207)
- 磁带的晶体结构和电声特性…………阿·洛维基、
日·普·德利奥 (235)

高频偏磁磁性录音磁带的工作特性曲线…依·格列聶尔(270)
磁性录音用的磁带特性……………克·麦列尔(287)

运转机构

运转机构……………弗·克罗聶斯(297)
磁性录音机磁带牵引系统的元件…奥·克·毕克斯列尔(317)
还音系统的抖动……………柴·柏·萨盖尔托特、
姆·卡契奥金、格·萨盖尔托特(334)

磁性录音和还音时产生的频率失真

在磁带上进行磁性录音时发生的录音去磁效应……………
奥·夫·马凯希尔恩(355)
传输过程的频率特性曲线……………依·格列聶尔(369)
磁性还音头互易定理的应用……………胡·克·维斯特麦茨(415)
录在磁带上的短波的还音……………胡·克·维斯特麦茨(421)
关于磁性录音技术手段标准化的问题…………格·希晓尔、
奥·施米德巴乌爱尔(429)

放大器装置

放大器装置……………弗·克罗聶斯(449)

磁性录音和还音方法

利用磁带和环形磁头进行的 磁性录音^①

格·留别克

1. 簡 史

在1900年浦尔生 (Poulsen)第一次提出了磁性录音* 的问题^②以后, 对这种录音方法进行进一步研究工作的是列尔斯达普 (Rellstab) ^③和维斯特 (West) ^④。最初的实验是在直径为1毫米、移动速度为小于2米/秒的钢丝上进行的。1903年^⑤, 又有人提出了一种具有实际效果的录音方法, 这种录音是利用带有绕组的针状铁芯进行的, 和在留声片上进行的录音相类似。

其后, 在研究放大器技术的时期发表了这方面的资料。1921年, 纳扎里施维里 (Nazarischwily)^⑥首先提出使用涂金属粉的纸来作为载音体。1930年, 施吉尔列 (Stille)^⑦研究了在钢丝上为有声电影进行录音的可能性。他在发表其实验结果时特别指出, 磁性录音在保存十六年之后, 其还音**的音

* 科学院规定的名词是“录声”, 我们考虑到电影技术界通用的是“录音”二字, 所以本书仍用“录音”这一名词——编注。

** 科学院规定的名词是“放声”, 我们考虑到电影技术界惯用“还音”二字, 所以本书仍用“还音”这一名词——编注。

量并没有显著的衰减。最后，荷尔曼 (Hormann) ⑧、麦耶尔 (Meyer)、秀列尔 (Schüller) ⑨ 和毕刚 (Begun) ⑩ 于1932年同时研究了磁性录音方法的原理，但仅限于当时实际上使用的钢丝、磁带和单极的或是两面接触的双极的抹磁头、录音头和还音头。

2. 问题的提出

本文要探讨的是秀列尔⑩最初提出的与载音体单面接触的环形录音头和还音头，其中包括《AEG》和法本公司《Farben-Industrie》根据普夫留波尔 (Pflüper) 的专利特许证制造的载音体。

载音体是由厚度平均为30微米（这个限度决定于所要求的抗断强度）的非磁性带基和涂在带基上的厚度大致为20微米的铁磁粉层组成的。涂在带基上的、彼此绝缘的铁磁粉的各个颗粒，由于所采用的材料不同，其直径为0.1到5微米。

同一般在钢丝上进行录音的方法相比较，用这种载音体录音的方法最主要的优点是：第一，磁带重量和厚度都较小；第二，和普通的带子一样，可以随意剪接；第三是磁带价格很便宜。

根据上述原因，使用这种磁带进行任何工作都非常经济。

由带状载音体和环形录音头所组成的系统，它的缺点是：使用磁带时不可能获得相同于钢丝带的灵敏度，同时，利用环形磁头录音时所能应用的不是全部的磁通量，只是由磁头隙缝扩散出的磁通量。但是，这两个缺点如果利用强力放大的办法是很容易弥补的。

另一方面，同已有的在钢丝上录音的方法相比较，在磁带

上录音的方法的优点是：采用磁带载音体时，可以使载音体以低速度移动，还能够获得优良的频率特性。这样，在供一般使用时（用于听写、转播报告等等），就可以进一步降低磁带的移动速度，而且可以在不改变磁带长度的条件下增加还音的持续时间，从而节省费用。

目前，在移动速度大致只有 60 厘米/秒的条件下，如果使用涂层适当的磁带，只要利用非常简单的方法，就可以获得 50—10 000 赫范围的直线性频率特性。此外，磁带非常坚固、耐用。

在实验室中，录在普通磁带上的声带，一般的几乎可以循环还音 10 000 次左右，并不发生显著的磨损现象。

磁带经过长期使用之后，由于载音体表面的磨光，因而降低了噪声电平，以致声音传输的质量甚至还可以得到改善。

利用环形磁头进行录音和抹磁

3. 录音头铁芯的剩磁

实验时所使用的环形的、一侧与磁带接触的录音头，它和载音体接触处有一个工作隙缝。磁头上有绕组，它的用途是对磁头同时进行直流和交流的励磁。磁头的直径为 26 毫米，铁芯的断面为 3×7 毫米，录音隙缝的长度约为 0.03 毫米。

在实际工作中已经证实，录音头铁芯材料的剩磁对声音传输的质量会产生有害的影响。

为使载音体得到优质的调制，必须用直流磁场把载音体预先磁化。为获得这个直流偏磁磁场，就须使直流电流 I （见图 1）通过录音头的绕组。如果假设铁芯预先未受到任何磁性的作

用，那么在铁芯中就必然会产生剩磁感应 B_1 。所以，在正常的录音电流振幅的条件下，铁芯中的剩磁感应就在这个平均值左右变化。但是，如果有一个 I_2 值的强大的电流脉冲通过录音头绕组，那么铁芯中的剩磁感应已经不再回到 B_1 值上，而是回到 B_2 上，同时以这个点为平均值在其周围移动。当切断电源后重新接通的时候，就会得到剩磁感应 B_3 。

B_1 、 B_2 、 B_3 的值由隙缝中的剩磁感应所决定，而使载音体磁化的磁场 H_1 、 H_2 、 H_3 则与这些剩磁感应值成正比。从图2可以看出，磁场强度的这种变化会使载音体磁滞迴线上的工作点 A_1 移到 A_2 或 A_3 ，而这个位移是由于载音体工作在其特性曲线中非常弯曲的部分上的结果。

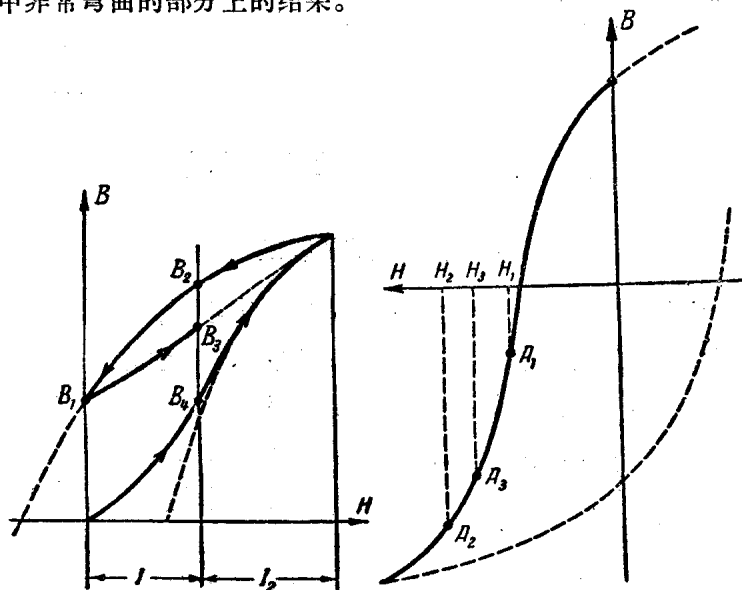


图1 录音头铁芯中的剩磁在强大的录音电流脉冲 (I_2) 作用下的变化

图2 载音体磁滞迴线旁侧曲线上的工作点由于强大的录音电流脉冲的作用而发生的位移

要想利用磁化载音体的办法获得不失真的声音传输，就必须使录音头的铁芯尽可能避免带有剩磁。因此，目前都采用恒导磁率坡莫合金磁性材料作为磁头铁芯的原料，而录音头则应有一个辅助的隙缝，以便使铁芯的磁滞迴线获得更大的斜度，从而进一步降低剩磁。

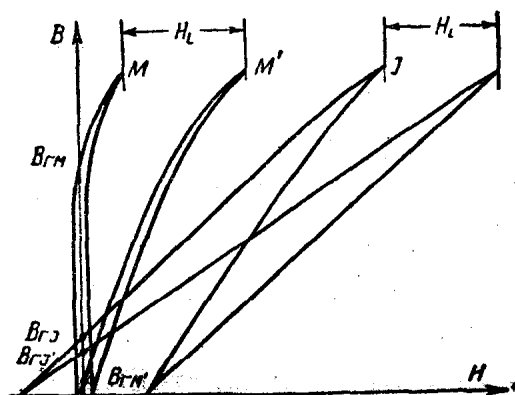


图3 录音头铁芯的剩磁，在高导磁率的 (M, M') 和低导磁率的 (J, J') 磁性铁芯材料的条件下，由于磁滞迴线倾斜的结果而减小的情况

利用图3可以说明，用什么方法能够在更大的程度上抑制剩磁现象。假设J为恒导磁率坡莫合金质的闭合环形磁头的磁滞迴线，而M为高导磁率合金质的闭合环形磁头的磁滞迴线。假设在这两个环形中再各增添一个数值相等的隙缝。为了在开口的环形中维持相同于闭合的环形中数值的剩磁感应，就要求有一个辅助磁场，这个磁场对两个环形来说是一样的，具有磁场强度 H_L 等于 $M - M'$ 和 $J - J'$ 。由辅助隙缝所决定的磁滞迴

线的斜度，就会使原先超过恒导磁率坡莫合金的剩磁 (B_{RM}') 数倍的高导磁率材料的剩磁在这时仅为恒导磁率坡莫合金剩磁 (B_{RM}') 的一部分。高导磁率材料的磁滞损耗或其矫顽力 H_c 越小，这个使剩磁减小的效应就越剧烈。所以，上述的情况证明，录音头铁芯最好采用 μ_0 值极高的磁性材料。

4. 录音隙缝的磁场

已经不止一次地证明，如果企图只用录音头隙缝的机械长度来解释磁性录音时所观察到的频率特性曲线，那么，磁性录音的理论迄今还是很难与实际相一致的。只有在注意磁场强度在隙缝上的分布的时候，才可能求得二者的一致。从理论上来说明这个分布情况是很困难的，但是如果使用环形磁头，就可利用比使用普通磁头更容易的方法测试。

根据磁化理论可以认为，磁力线不仅离开录音头极靴直接分布在两极之间，而且在离隙缝的一定距离上也证实有磁力线，这是由扩散磁场构成的，该磁场强度的分布对录音过程的频率特性有决定性的意义。

为了说明问题起见，我们现在来分析两个截然不同的情况。第一种情况是假设所使用的录音头是利用导磁率极低的磁性材料制成的，再假设载音体的导磁率也很低。那就是说，在采用恒导磁率坡莫合金的录音头和涂有粉状铁层的磁带载音体时，就是如此。此时两种材料的导磁率的值就大致为 $\mu = 10 - 40$ 。当二者 μ 值的差数很小时，磁力线就能从铁芯经过整个接触表面通到载音体，实际上并不发生曲折现象。在这种情况下，作用于载音体的磁场是非常宽的，因此就不能进行高频率音频振荡的良好的录音。

第二种情况恰好与此相反,就是说,所使用的录音头铁芯是由导磁率极高的磁性材料制成的,而载音体则是由 μ 值极低的材料制成的。因为磁通量是在磁阻最小的磁路上通过,所以在这种情况下,所有磁力线实际上都是从铁芯内部到达各自的极靴,只是在两极之间才直接通过其他介质。而且,只有在此处离开隙缝的磁通量才能进入载音体,因此,在这种情况下,发生作用的隙缝磁场就相当狭窄。

上述情况说明,由于这个问题与频率特性密切相关,所以在录音头中最好使用高导磁率的铁芯。同时,这个情况大概也可以说明,频率特性为什么会随着载音体导磁率的提高而更加恶化。

在有载音体时,直接测试隙缝磁场是很困难的。反之,测试空间所形成的扩散磁场则毫不困难。为此,可以把磁头固定在特制的设备中,使它可以转动。在通过磁头中心的轴线上放一个指针,利用这个指针在刻度盘上的指示来测定磁头的转动角度。在磁头上放一个小的测试迴线,用来作准确的测量。

如果以强度恒定不变的音频交流电流通过录音头绕组,把测试迴路接至线性放大器的输入端,并且转动迴线下的环形磁头,那么,根据磁头在各个位置上于迴线中所感应的电压以及测试放大器的相应的输出电压,就可判断通过迴线的扩散磁通量的大小。如果载音体行程的弯曲度(这是由载音体包围磁头的角度所决定的)可忽略不计,并假设载音体是直线移动的,同时,选择隙缝的中点作为坐标的原点,我们就可以得到如图4所示的扩散磁场的分布图。由于测试迴线导线的长度有限($d=50$ 微米),所以这种测试隙缝上的磁场的方法;其准确度就会降低,但是为了把各种不同的磁头互相比较,这种准确度

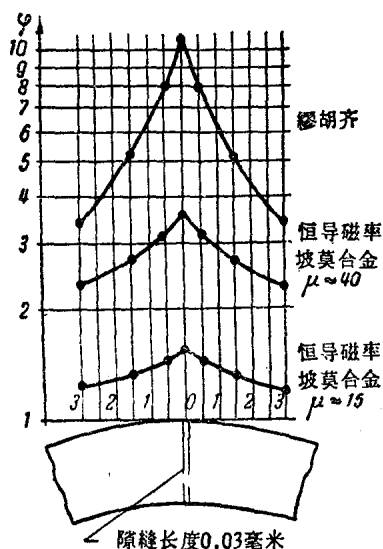


图4 使用的铁芯材料不同, 录音头隙缝上的扩散磁通量的分布情况
录音电流 i = 恒定; f = 恒定

还是足够的。因为已经确定, 当迴线所包围的表面非常小时, 由于迴线位置歪斜的结果, 就很容易产生测试误差, 所以图4所示扩散磁通量的分布曲线是利用绕组表面大的测试迴线来确定的。当迴线表面小时, 该曲线的斜度就会增加, 但是形状仍然相似。

如果想根据所取得的数据来确定录音过程的频率特性, 就可以得到下列的结果。在直流偏磁磁场 φ_0 中叠加了交流音频磁场 φ_1 。这两个磁场的强度在隙缝中心的两侧根据同一原理减小, 如图5所示。因此, 处于隙缝中心上的那一部分载音体就受到磁通量 $\varphi_3 = \varphi_1 + \varphi_2$ 的磁化。

如果这部分落到 x_1 点上时, 那么交流磁场在这里就是零

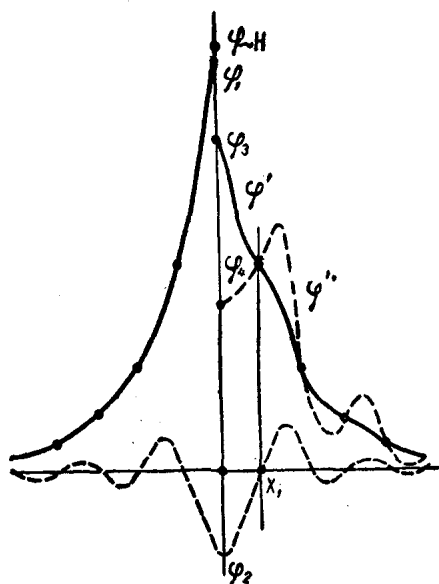


图 5 对载音体发生作用的磁场分布情况

这个磁场是直流磁场和交流磁场的总和磁场， φ' 振幅小， φ'' 振幅大

值。所以，当这部分通过这个点时，对它发生作用的磁通就是 φ_1 ，依此类推。因此，当载音体的某一部分离开录音头隙缝中心时，就会受到磁通量的磁化作用，该磁通量的大小决定于 φ' 线。

这时会产生一个问题，就是：可以不失真地记录下来的最大频率是什么？看来，如不考虑两个磁场的强度，这个问题就无法回答。譬如说，如果在上述情况下把交流磁场的振幅增加三倍，那么总合的磁通量就如虚线 φ'' 所示。这两种情况之间的差别是不难判断的。 φ' 是增加了，虽然并不是均匀地增加，然而却是连续地增加，一直到隙缝中心为止，而在另一侧则是逐

渐地减小。

当磁场还没有沿磁滞迴线通过最大和最小值时，载音体任一基元部分是根据什么规律及时地均匀增高和降低。但如磁场和 φ' 的情况一样，是交替增加和减小的，那么载音体中的剩磁感应也会增加和减小，而表示载音体状态的磁滞迴线则不是平滑的，而是锯齿形的（见图6）。这个锯齿形变化越剧烈，失真就越明显。所以，边界的情况决定于一定的条件，譬如，对于下降的旁侧迴线来说，这个条件是：

$$\frac{d\varphi'}{dx} \leq 0。$$

5. 录音过程的规律

在选定固定的坐标系后，隙缝附近磁通量 φ 和 x 之间的关系，同测试时得出的结果相同，可以用下面的公式来表示：

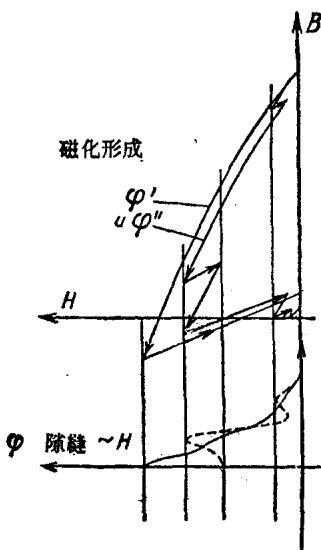


图6 磁带中的剩磁感应在不失真的 φ' 录音和失真的 φ'' 录音时的变化情况

$$\varphi_0 = \varphi_0 \cdot e^{-ax} = cIe^{-ax},$$

$$\varphi_{\sim} = ci \sin \frac{\omega x}{v} \cdot e^{-ax};$$

所以

$$\varphi = \varphi_0 + \varphi_{\sim} = c \cdot e^{-ax} \left(I + i \sin \frac{\omega x}{v} \right)。 \quad (1)$$

式中 c 为常数，它决定于铁芯的材料、隙缝的形状和录音

头绕组的匝数； v 为磁带的移动速度； a 为录音磁场强度分布曲线的斜度。

要想根据临界条件 $\frac{d\varphi}{dx} \leq 0$ 确定最大的传输频率，就必须

按 x 求方程式 (1) 的导数，再使求得的式等于零。根据这个函数的指数性质，可以求出在 $x = 0$ 时的通解。因此

$$-Ia + \frac{i\omega_1}{v} = 0, \\ 2\pi f_1 = \omega_1 = va \frac{I}{i}. \quad (2)$$

从方程式 (2) 得出的结论是： a 越大，也就是说，离开隙缝时磁场强度曲线下降越急剧，则进行不失真录音的最高振荡频率 f_1 也越高。

根据第 4 节中所述情况可以设想，铁芯的导磁率与载音体的导磁率的比例越大，也就是，一般说来铁芯的导磁率越大，这个曲线的下降就越剧烈。由进行的对比测试可以证实这个结论（见图 4）。如果假设铁芯的形状相同，隙缝的长度相同，绕组的匝数也相同，那么就可以根据这些测试得出下列的结论：

1. 在隙缝中获得最大的磁通量所必需的交流音频电流与铁芯的导磁率成反比。

2. 常数 a 表征的下降斜度随着铁芯导磁率的增加而增加。

从方程式 (2) 还可以得出另一个结论，即：交流电流 i 的振幅越小（因为 I 是恒定不变的，而且与要求的偏磁值有关），频率 f_1 就越高，所以在已知的载音体移动速度的条件下，只有用减小 i 的办法才可以增加 f_1 。因此，在振幅小的情况下，在