

磁带录像机

[美] 哈里·基佩特 著
致力译 郭峰 校

5

中国电影出版社

HARRY KYBETT
VIDEO TAPE RECORDERS
HOWARD W. SAMS & CO., INC.

本书根据美国霍华德·W. 萨姆斯公司 1978 年版本译出

磁带录像机

[美] 哈里·基佩特 著
致力译 郭峰校

*
中国电影出版社出版
北京印刷一厂印刷 新华书店发行

*
开本：850×1168毫米 1/32 印张：13 $\frac{1}{2}$ 字数：200,000
1982年11月第1版北京第1次印刷 印数：9,500册
统一书号：15061·185 定价：2.00元

作者序

本书是为在教育界、文娱界、工业以及广播事业中使用螺线式磁带录像机的人员而写的。它不是一本有关电子线路理论的书，也不涉及演播室和制作方面的技术。因为这方面的材料已可从别处得到。本书以简明的语言和图表来说明螺线式磁带录像机是如何工作的。

介绍螺线式磁带录像机的技术资料非常缺乏。大多数参加研制磁带录像机的技术人员只为一两家厂商工作，所以他们的知识仅局限于少数几种与他们有关的机型上。而大部分这方面的技术人员并不打算著书，所以几乎所有的资料都是以维修手册的形式存在的，显然它们的内容只限于具体的机型，而不涉及有关的基本理论。

作者多年来使用并维修了几乎每一种重要的机型，因而积累了广泛的经验。所以，本书的内容与其说是文献研究，还不如说是实际经验的总结。但是，本书中的许多资料来自维修手册，其他一些资料是通过与各厂商的技术人员讨论得到的，他们都很热心地给了我很大帮助。

自本书第一版出版以来，电视工业中出现了两个重大技术进步。第一个是，成功地将电视信号数字化，并出现了采用这些新技术的商用产品。其中最重要的是时基校正器(TBC)和数字标准变换器。第二个主要进展是，螺线式磁带录像机的机械结构得到了改进，并采用了时基校正器。其性能可与广播用的四磁头机相媲美。

这些新技术的出现使螺线式录像机的局面完全改观。可供采

用的时基校正器很多，并且有几家厂商目前已生产了具有广播质量的螺线式录像机。现在这些设备正在电视网演播室、电视制片演播室以及较大的工业和教育演播室内得到认真的使用。

为了反映出这些变化，本书增加了一些新的章节来叙述这些新设备的基础知识。为了增添新资料则舍弃了有关老式小型螺线式录像机的一些过时资料。

本书将使螺线式录像机的使用者和维修人员更进一步地了解录像机的原理、电路和机械结构。书中把螺线式录像机分成条理清晰的几个部分，然后有选择地探讨并阐述原理，并指出达到目的的不同方法。所有资料取自各家厂商制造的几种流行机型，它可以代表目前工业实践中的典型状况。随着时间流逝，象任何电子设备一样，各机型的电路细节也会改变，然而其基本原理和机械结构是不变的。本书内容将适用很长时间。

哈里·基佩特

目 录

作者序.....	(1)
第一章 视频记录简史.....	(1)
第二章 声频记录简介.....	(4)
磁带录音机原理 将信号记录在磁带上 磁头	
记录偏磁 回放 信号损失 均衡作用 磁	
带录音机 结论	
第三章 视频记录原理.....	(19)
频率范围的局限性 采用的方法 伺服机构	
磁头转换 磁带张力 间隙损失 结论	
第四章 广播用四磁头录像机.....	(32)
磁头装置 磁带行程 记录方式 回放方式	
四磁头伺服系统 磁头转换 正交误差 其它	
误差 磁头磨损 结论	
第五章 螺线式磁带录像机.....	(45)
螺线式磁带录像机的基本原理 斜向磁迹原理	
磁头和磁鼓安排 磁带导向器 走带机构 主	
导轴组件 电子设备 结论	

第六章 螺线式磁带录像机的机械结构..... (72)

磁头鼓组件 平滑的表面 磁头鼓及记录磁迹
磁带格式 磁头 磁头驱动 磁头消磁 磁
头连接 更换磁头 主导轴组件 磁带张力
电机 皮带传动 边沿传动 带盘架 机械
连接和控制杆 其它磁头

第七章 记录和回放系统..... (109)

视频记录 视频回放 E-E 过程

第八章 伺服系统..... (137)

伺服原理 通用的几种伺服系统 输入信号
比较器 控制电路 旋转机构驱动器 旋转机
构和控制设备 伺服电路中使用多谐振荡器(MV)
专用集成电路 磁头伺服 记录方式 回放方
式 Ampex 7500 Sony EV 320 系列 Sony
AV 3600 Shibaden SV 700 Sony AV 3650
主导轴伺服 Sony EV 320 F Sony AV 3650
结论

第九章 四磁头伺服系统..... (188)

磁头和主导轴电机驱动 磁头伺服 主导轴伺服
回放伺服 伺服比较器 小结

第十章 控制脉冲和其它功能..... (202)

信号失落期 磁头切换 失落补偿 慢速和定
帧 电表

第十一章 剪辑..... (215)

剪辑伺服 剪辑消磁 控制磁迹 记录电流和
消磁电流的切换 汇编剪辑 插入剪辑 停止
钮 声频 剪辑设备举例 剪辑用附件 机
械接带

第十二章 彩色记录和回放..... (240)

直接法 彩色回放问题 直接记录彩色校正
副载波下变频法 彩色校正 副载波变频法的电
路 彩色校正小结 有关彩色的一般问题

第十三章 时基误差及其校正..... (273)

产生时基误差的主要原因 四磁头定时问题 螺
线式时基误差 数字时基校正器 结论

第十四章 盒式录像机..... (291)

盒式录像机 磁带盒 盒式机的机械结构 磁
头鼓 电子系统 录像机的操作 小型盒式录
像机

第十五章 广播用螺线式录像机..... (315)

广播用录像机的要求和型式 广播用螺线式录像机
的要求 混合(分段)螺线式录像机 不分段广播
用螺线式录像机 螺线式录像机 Ampex-
VPR-2 Sony 录像机

第十六章 便携式录像机..... (378)

便携式摄像机 便携式录像座 记录伺服 回
放伺服 控制磁迹 彩色便携式录像机 便携
盒式录像机 便携广播螺线式录像机 结论

第十七章 数字电视简介..... (398)

模拟信号数字化 模数变换 数模变换 误差
来源 视频信号 视频 A/D 变换器 应用

第一章 视频记录简史

随着在三十年代初电子电视信号和磁带录音机的研制成功，并在四十年代中期进入广播领域，认真地考虑将电视信号存到磁带上已为时不远。当时已经能从显像管屏幕上拍摄电影来记录电视图像。然而，即使这种图像已用于转播节目，它的质量还有许多有待改进之处。磁带录像机可以给广播甚至非广播应用中的制作技术带来方便和进展，并使研制实用的录像机成为势在必行。因此对这项研制工作投入了相当大的时间和精力。

起先只是试图简单地采用声频方法把电视图像记录在磁带上，然后在录有视频信号的比较宽的频率范围内再作些修改。一些简单的计算就表明，这需要较高的带速和更窄的磁头间隙。经过几次实践后，又出现了别的问题，它表明如要记录出具有广播质量的图像必需采用新的技术。

在四十年代后期，美国的 Ampex 公司和 RCA 公司，以及英国的 BBC 公司和 Decca 公司，在研制录像机方面做了大量工作。第一个成果生产出了能进行各种纵向工作的录像机，它外表看起来象一个大录音机。虽然它们的确可以映出令人满意的图像，但这些机器所具有的某些固有缺陷，严重地限制了它们的应用和方便性。其主要缺点是，它的带盘太大，而且带速太高。要维持这样高的速度需要有复杂的传动系统，而制造和保养它也很困难。该机器的操作不方便，使用的磁带数量过多。机器的固有特性也限制了其频率响应和动态范围，再加上其它一些缺点，致使它不能作为广播用的合格设备。

早在 1955 年，BBC 公司实际上已用它的 VERA 型电子录像

设备进行了广播。它的磁头间隙为 20 微米，带速为每秒 200 英寸，半小时的节目约需要一盘直径为 5 英尺的磁带。此设备体积庞大，价格昂贵。它的质量虽好，但并不完善。

这些早期录像机的缺点是非常严重的，必须发明其它方法，否则录像机注定只能用于非常短的节目，也就是说只能用以制作插入节目的设备。在 50 年代初，根据一个革命性的想法，开始研究旋转磁头。

磁带记录中主要的问题并不是磁带传送速度，而是磁头相对于磁带的速度，即所谓“扫描速度”。要达到高扫描速度，应让磁头从磁带一边横向运动到磁带的另一边，而不是在平行于磁带行程的方向运动。虽然，初看起来，问题似乎惊人的复杂化了，好象带来更多的困难。其实这个想法的确提出了明智的变通办法，它能克服原有缺点或者简单地跳过它们。

采用磁头从磁带一边扫描到另一边的办法，可使磁头一次扫描就记录一场，下次扫描再记录下一场，依此类推，这样就可得到连续的记录。由于磁带绕过整个磁头有困难，就采用了在旋转组件上装有多磁头的系统。这样，各顺序场就可由各磁头顺序记录，(为了某些实际原因，广播用录像机实际上每扫描一次，磁头只记录一场的几分之一，在磁带上记录完整的一场要扫几次)。这种方法使磁带的纵向速度合理，写入速度高，然而所用的磁带比声频中用的要宽。

这种办法可使带盘尺寸和磁带速度处在实际限度以内，但它给磁带记录提出了一些全新的问题。磁头必须以恒定和准确控制的速度旋转，它们必须在电视信号的正确时间内并在磁带的正确位置上接上和断开记录电路。回放时，也必须使磁头与记录磁迹正确对准，否则就没有输出。就象磁带涂层必须改进一样，磁头和磁带的接触必须做许多改进，否则接触问题会使磁头磨损得很厉害，以至不能记录所需的高频。

这些问题终于逐步地都得到了解决，在 1956 年 Ampex 公司已

能生产四磁头录像机，四磁头机很快被全世界的广播机构所采用，它的标准现在仍适用，四磁头机仍是视频记录的主要设备。它的质量优于电视屏幕影片，事实上与实况发送的图像相等。许多年来，录像机已有所改进，现在除 Ampex 公司外，RCA、Shiba 和 Femseh 等公司也制造了这种机器。如使用相同的电视制式，这些机器都能完全互容，甚至对彩色记录也如此。

因为四磁头机是一些公司为特殊的专门行业研制的，很容易做到相当标准化。但是，这种录像机除了广播外，用在别的地方则显得太大、太复杂。除广播行业外，在其它领域中不能使用，对一般工业、教育或家庭娱乐来说使用四磁头机成本太高，也太复杂。

潜力很大的非广播用机不久也问世了。六十年代初期，出现了螺线式机，即斜向磁迹机。但是，螺线式机是世界各地的不同单位在不同时期研制的，加上由于有些单位经常改变设计想法而引起的复杂性，致使它一直不能标准化。没有一个工业行业能建立标准，因为没有明显占优势的磁迹格式，所以出现了各种各样的磁迹格式和各种可能的方案。而且由于大量的工作是秘密地单独进行的，所以也根本不可能进行各种思想的自由交换。

因为市场面广问题复杂，竞争激烈，各种格式和不同机型又都能取得一定的立足点，结果使目前流行的螺线式机存在着多种不同的格式。

视频记录的某些方面是很难改变的，它们几乎是视频记录中的标准方式。具体项目是：采用调频记录，以及必需有控制脉冲和伺服系统等。尽管如此，其五花八门的地方正是一些具体技术细节，而这些技术细节的确包括了录像机技术的所有方面。近来，日本制造商已商定了他们共同遵守的一种格式。然而，许多年内多种格式的螺线式录像机将会长期并存，并且数量也会不断增加。

第二章 声频记录简介

磁带记录的过程基本上依据四个原理。这些原理很简单，但是要得到高质量的记录和回放效果，还需要认识并处理另外几个客观事实。

磁带录音机原理

现代的记录磁带是由氧化铁粉末粘涂在塑胶带的一面而形成的长而薄的磁性体，其磁化强度沿磁体的长度方向改变。也就是说，磁性体的磁场强度沿长度方向改变，如图 2-1 所示。这是磁带记录所依据的第一个原理。

第二个原理是如果在—根导线中有电流通过，则导线的周围就会产生磁场。如果导线绕成图 2-2 那样的螺线管形式，此螺线管的作用就象—块普通的条形磁铁—样。磁铁的磁场强度正比于通过螺线管的电流。如果电流变化，磁铁的磁场强度也跟着变化。

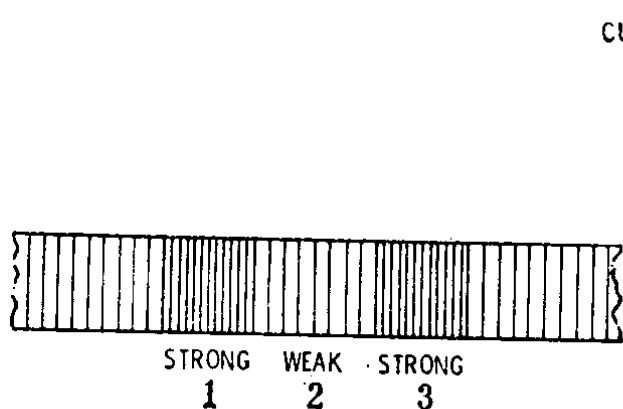


图 2-1 沿磁带纵向方向磁化强度的变化
1. 强 2. 弱 3. 强

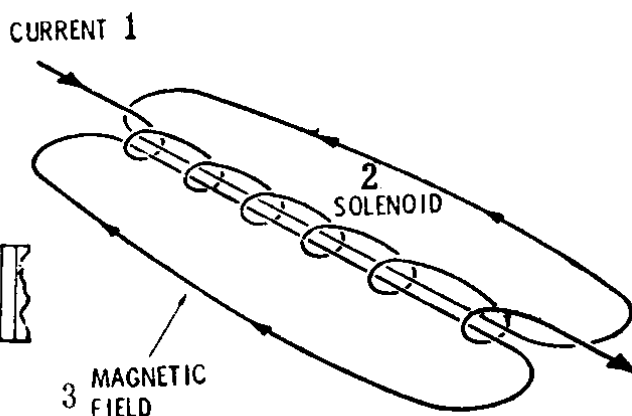


图 2-2 螺线管周围的磁场
1. 电流 2. 螺线管 3. 磁场

第三个原理是如果把软铁之类的磁性物质放在磁场中，它就会被磁化。如果在磁场中放进第二块磁性材料，并使磁场强度改变，那末第二块材料的磁场强度就不同于第一块的磁场强度。

由这三个原理就可得到如下结论：如果改变通过螺线管的电流，有效磁铁的磁场强度也改变，它周围的磁场也会跟着改变。通过此磁场的铁磁材料的剩磁也会改变。

在磁带记录中，记录磁头就象是螺线管，我们想要记录的信息就象是线圈中的电流，磁带就是通过磁头的铁磁材料。

第四个重要的原理是，把上述的过程反过来仍然成立。也就是说，如果磁性体通过螺线管，在线圈中就会产生电流。如果磁体的磁场强度变化，电流强度也跟着变化。这样，如果磁带在磁头边上拖过，其输出将是代表磁带上磁性图案的变化的电流。

将信号记录在磁带上

磁带以恒定速度通过记录磁头，磁带与磁头保持良好的接触，特别在磁头隙部位。典型的磁头如图 2-3 所示。磁头形状类似于

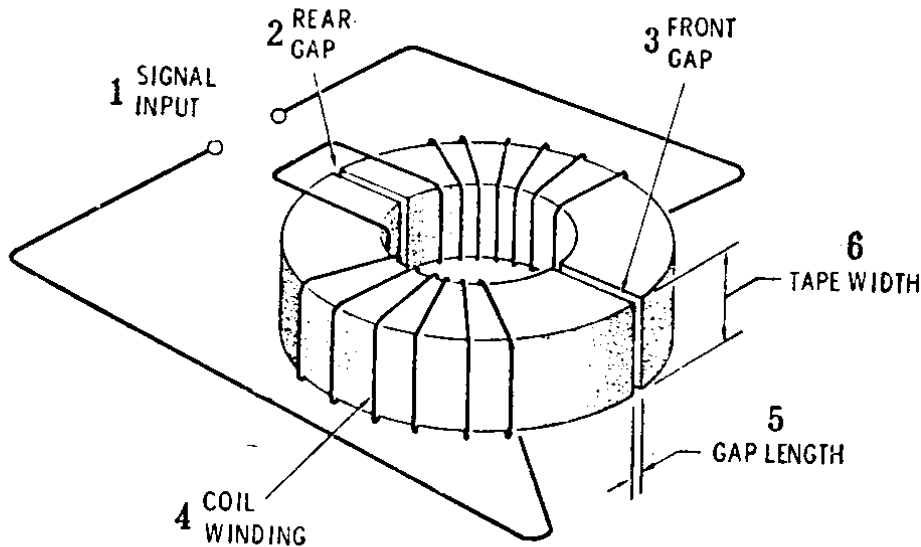


图 2-3 记录磁头的结构

1. 信号输入 2. 后磁隙 3. 前磁隙 4. 线圈 5. 磁隙宽度 6. 磁带宽度

马蹄形的磁铁,磁通量集中于磁隙。电子设备的记录电流输入磁头线圈,在磁隙中产生磁场。磁头由软磁材料做成,因而很容易磁化和去磁,并能对记录电流作出响应。磁带所用的氧化物是硬磁物质,能无限期地保持磁头传给它的磁性。

从理论上讲,记录磁隙应当尽可能宽(1-10毫英寸),这样能使尽可能多的磁通量通过磁隙。磁隙形状应做得使磁通量尽可能集中,并能使磁通路径转向磁带氧化物。与用作磁隙分隔体的非磁性材料相比,磁带氧化物为磁通提供更方便的通路。

磁隙的边沿必须完整无损,特别是磁带离开磁隙的地方,因为它决定了磁带上记录图形的规则性。这里的缺陷不应大于记录波长的 $1/10$,甚至 $1/100$ 。

磁头由多层薄片组成(图 2-4),外面绕有几百圈导线。线圈中

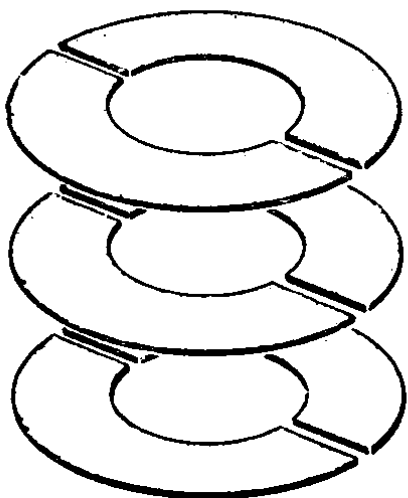


图 2-4 磁头叠片

变动的电流在磁带上形成许多小磁体。记录的磁通量图形与原始电流极为相似,回放时,磁头的输出电压也与电流相似,这就使重新产生的输出电流与输入电流相同,只是强度小得多。

实际上,磁头隙大约为 0.75 毫英寸。每个线圈有1500—2000匝,磁头两半各有一个线圈,电感约为 150 毫亨。从理论上说,磁头的输出

阻抗比较小,这样可避免信号损失,并保持通频带内的负载恒定。

磁 头

磁头通常由铁镍铜磁性合金或坡莫合金这样的金属做原料,把它们制成薄片(厚度一般小于 4 毫英寸)后粘成一组,线圈绕

在叠层的外面。使用叠片后可减少磁头金属芯内的涡流损失。

近来用铁氧体材料做磁头。铁氧体多半是氧化铁和诸如锰、锌、镁和镍这些金属的氧化物的混合物。铁氧体所具有的特性，使它可以成为理想的记录磁头材料。从磁特性上来说，它们是软的，因而很容易随记录电流而改变它的磁化强度。它们的灵敏度高，涡流损失小，因而不必做成叠片。它们的磁导率很高，而饱和密度却比较低。

铁氧体磁头在低频处不如普通磁头效果好，所以在声频中的应用受到限制。但是，它们的高频特性优良，故而在高速复制器，尤其是视频方面得到广泛的应用。在这两种应用中，磁头与磁带间的相对速度都很高，因此磨损系数就很重要，在这方面，铁氧体是很理想的。

铁氧体非常硬又非常脆，必须小心处理。它们的表面可以抛光，但由于磁带的摩擦，会很快损坏。

记录偏磁

为了将信号记录在磁带上，早期，通常把信号加在磁头上，并让磁带以恒速通过磁头的直接方法来实现的。虽然这种方式能把信息记录下来，但由于种种原因，效果却不能令人满意。因为磁带上只能录下很弱的信号，并且掺杂着许多噪声，在回放时又要进一步失真（失真是由于磁带的非线性特性引起的）。

当磁场加在磁性材料上时，此材料获得的磁性大小可以从图 2-5 的图形上求得。由图可见，这完全是一种非线性关系，而且磁感应有极限值。一般磁场的大小用符号 H 来表示，材料的磁感应用符号 B 标记，因而此曲线又称为 $B-H$ 曲线。当磁场消除后，材料仍保持磁化，只是强度比有磁场存在时要小些（图 2-6）。

如果加上反向磁场，磁感应将减少到零，甚至能在反方向磁化，即磁体的南北极调换。如果再次转换磁场的方向，则又恢复

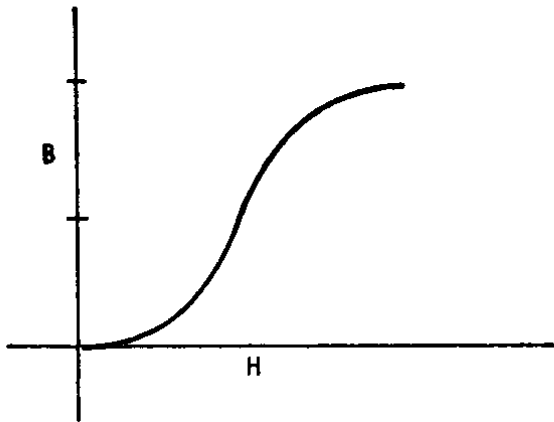


图 2-5 B-H 曲线

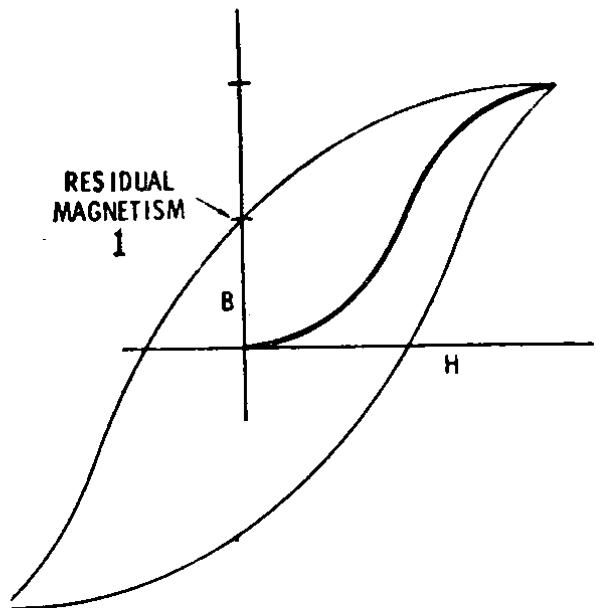


图 2-6 磁滞回线

1. 剩磁

到原先的情况。这种特殊形式的回线（图 2-6）称为磁滞回线。在磁带记录中这是很重要的，因为磁场的大小就是磁头中的信号电流的大小，而磁性材料就是磁带。

正是由于这种极端非线性的关系，才会使信号产生失真。图 2-7 则是位于曲线中线性部位的非常小的信号电流。此时没有

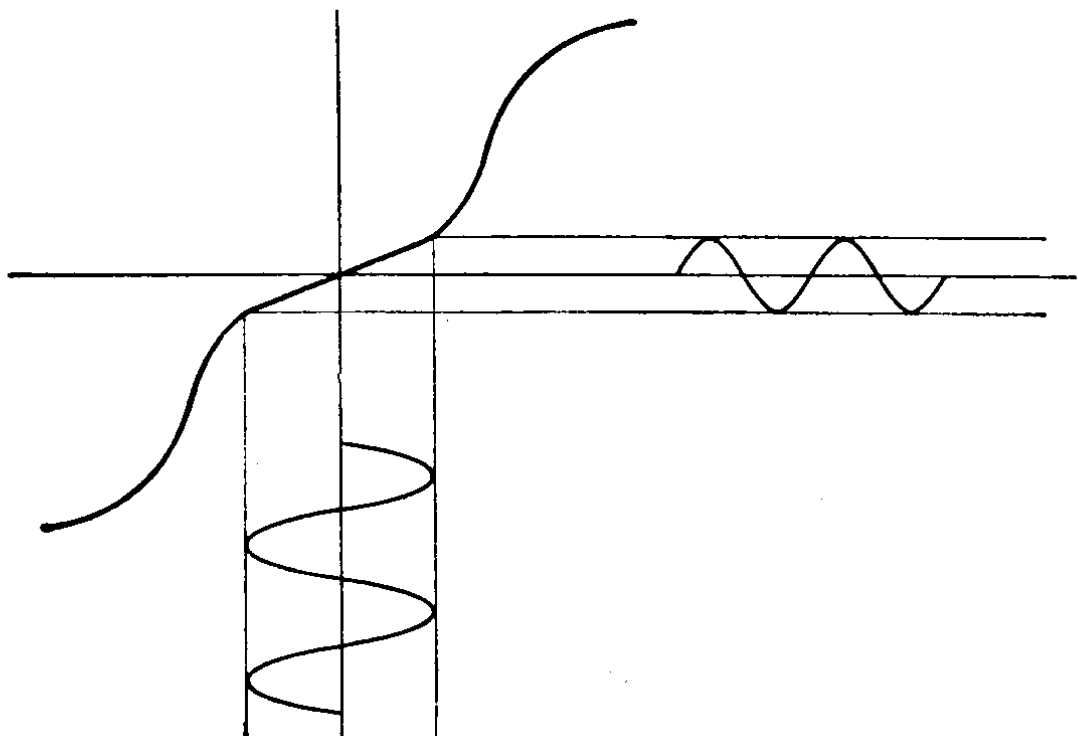


图 2-7 小振幅记录信号

失真,但由于振荡如此之小以致比噪声电平也大不了多少。图 2-8 是强信号产生的失真。

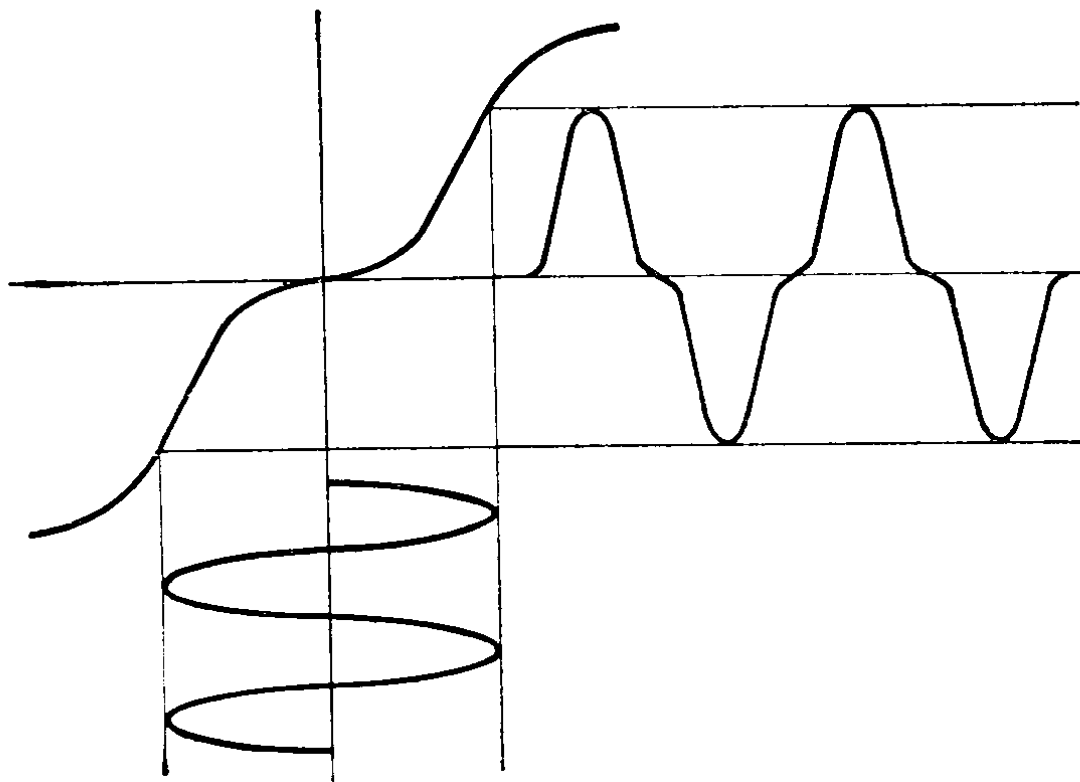


图 2-8 大振幅信号的失真

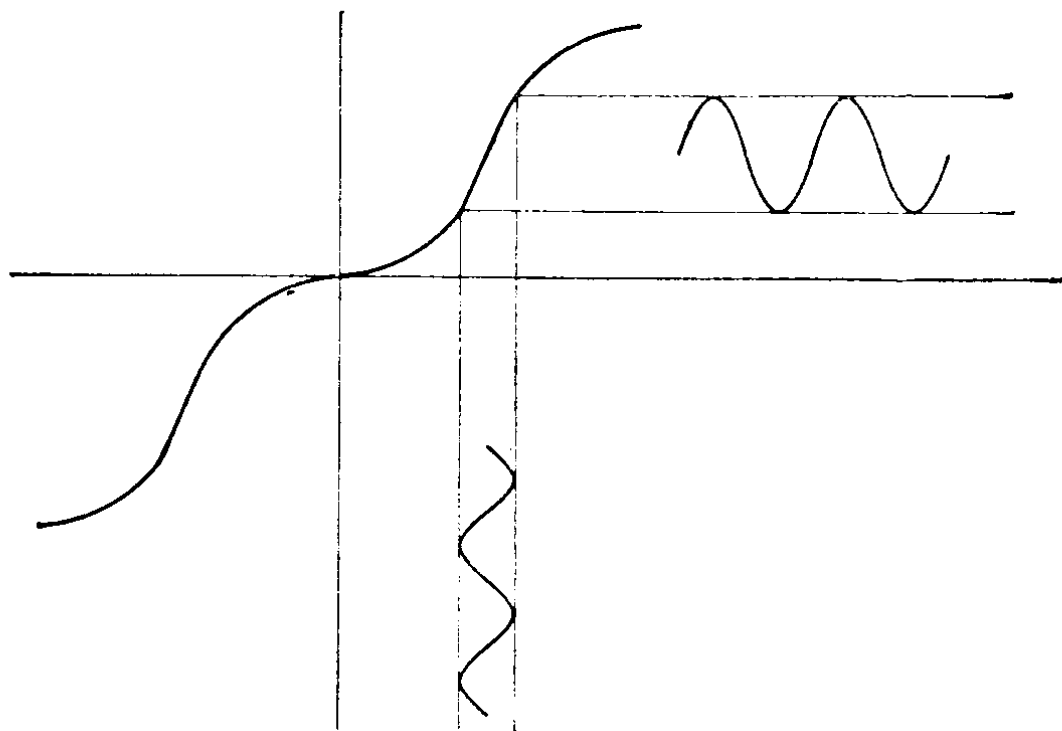


图 2-9 移到曲线线性部分的记录信号