

盘式录音磁带

性能·使用·保养

张强 徐轲 编著



1646

化学工业出版社

内 容 提 要

这是一本盒式录音磁带的普及读物。以言简意明、通俗易懂的语言着重介绍了大家所感兴趣的有关盒式录音磁带的选用、保养等基本知识。主要内容包括磁记录基本原理、盒式录音磁带的结构、性能、录音放音及消磁原理、影响录音效果的各种因素；如何选择、识别、评价、复制和巧用盒式录音磁带；怎样维护和延长盒式录音磁带的使用寿命；在使用过程中常见弊病、故障及排除方法等，最后还介绍了多种具有参考价值的有关资料。

本书图文并茂、内容新颖。可作为广大录音爱好者的入门读物。

盒式录音磁带

性能·使用·保养

张 强 徐 轲 编著

责任编辑：侯鑫荣

封面设计：赵化民

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787\times 1092\frac{1}{32}$ 印张 $6\frac{1}{4}$ 字数141千字印数1-83,000

1984年3月北京第1版1984年3月北京第1次印刷

统一书号15063·3576 定价0.67元

前 言

录音质量的好坏，关键在于盒式录音机的质量以及如何正确使用。又与盒式录音磁带的性能和质量以及如何正确使用密切相关。录音机和磁带是相辅相成、互相促进、共同发展的，这已为磁记录技术发展史所证明。

随着盒式录音机的日益普及和发展，应用范围越来越广，目前已深入到我们的工作、生产、学习、生活以及科学技术等各个领域。品种不断增多，质量不断提高，对所需要的盒式录音磁带，不仅数量大，而且质量越来越高。为适应和满足这一要求，盒式录音磁带也日新月异地采用一些新材料、新工艺和新技术，使盒式录音磁带的品种，不断更新换代，质量性能也大不相同，专用化程度一天比一天高。在这种情况下，如何对盒式录音磁带有所了解，正确评价和选用盒式录音磁带，最大限度地发挥其效能并尽可能延长使用寿命，达到既经济又适用的目的，便成了大家所关心的问题。因此，本书试图围绕以上几个问题介绍一些这方面的知识，给大家提供一点帮助，以便在实际使用中，不致因选用不当，或在出现一些小的毛病和故障时不知所措，造成麻烦甚至影响整个录音效果。

笔者根据生产实践和使用中所遇到的一些问题，参阅了一些有关专业的技术书刊，编成了这本小册子。因受水平所限，不妥和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者 1982.10

目 录

前言

一、概述	1
二、磁带是怎样做成的	3
1. 材料	4
2. 工艺和特点	10
三、磁带是怎样工作的	18
1. 录音原理	18
2. 还音原理	23
3. 录音方式	25
4. 影响录音、放音效果的各种因素	29
5. 消磁原理	34
四、磁带有哪些性能、特点和要求	36
五、磁带有哪些品种和用途	38
1. 录音磁带	38
2. 录象磁带	40
六、盒式录音磁带的构造、特性和分类	42
1. 盒式录音磁带的构造	42
2. 盒式录音磁带的特性	50
3. 盒式录音磁带的分类	68
七、如何评价和选择盒式录音磁带	77
1. 盒式录音磁带的选择	83
2. 盒式录音磁带的评价方法	93
3. 识别盒式录音磁带的方法	100
八、如何巧用盒式录音磁带	105

1. 必须掌握的几个录音要点	106
2. 针对不同声源要用不同的技巧	110
九、怎样剪辑和复制盒式录音磁带	126
1. 录音磁带的剪辑方法	127
2. 盒式录音磁带的复制方法	129
3. 盒式录音磁带的编制方法	135
十、如何维护和延长盒式录音磁带的使用寿命	136
1. 做好使用前的检查	137
2. 注意正确使用盒式录音磁带	139
3. 要妥善保存和注意养护	141
十一、盒式录音磁带的常见弊病、故障及其排除方法	143
1. 磁带常见弊病及故障	144
2. 磁带发生故障的主要原因及排除方法	153
附录一 声波波长频率对照表	158
附录二 各种常见乐器及人音基频范围	159
附录三 各种常见放声系统的频率范围	160
附录四 各种常见声源的声功率表	161
附录五 常用磁带录音技术名词英汉对照	161
附录六 盒式录音机基本参数表	169
附录七 国内外部分盒式磁带录音机主要性能指标	171
附录八 常见国内外盒式录音磁带名称与类型对照表	177
附录九 常见国内外盒式录音磁带主要电声性能	182
附录十 世界名牌盒式录音磁带	190

一、概 述

磁带技术发展到今天，不论结构还是质量之所以达到了如此优良的完美程度，是经历了相当历史变革的。它是随着磁记录技术的产生和应用而发展的。纵观磁记录技术的整个发展过程不难看出，磁记录技术的发展都是围绕着如何提高记录密度这样一个中心课题而展开的。这不外乎一方面要降低录音的速度，减少磁带在单位时间内的消耗；另一方面就是改善磁性记录材料的性能，提高磁带单位面积的记录容量，而这一点正是磁带技术的根本所在。当然还涉及到如何把磁记录材料加工成型达到实用化所需要的一系列工艺技术。

早在1857年就有人研制成了磁性录音机的雏形。当时所使用的磁记录材料是宽3毫米、厚0.05毫米的钢带。缺点很多，质量很差，没有达到实用化程度。只是到了1898年，才由丹麦人普尔森（V. Poulsen），总结了前人的经验，首先发明了第一台可供使用的磁性录音机。这种录音机速度很快，为2米/秒。所用录音材料是直径为1毫米的碳钢钢丝。尽管当时没有放大设备，钢丝的磁性能低劣，矫顽力只有40奥斯特，只能用耳机收听，但这却为以后的磁记录技术的发展奠定了基础。现代磁记录基本技术结构和工作原理，并没有更多地超出原有的范围，只不过是综合利用了各种现代技术，使录音机发展到更加成熟、更加完善的程度罢了。1907年普尔森改进了他的第一台录音机，制出了一种直流偏磁录音机，提高了灵敏度、降低了失真，改善了音质。直到现在仍有一些普及型录音机还采用直

流偏磁。到了二十世纪二十年代，随着电子工业的发展，在磁记录技术不断提高的同时，相继采用了一些新器件和新技术。三十年代发明了环形磁头，进一步提高了录音机的灵敏度和输出幅度，降低了噪声。与此同时，磁记录材料也经历了一个相应的发展过程。尽管对开始使用的钢丝做了很多改进，也使用了相当长的时间，但毕竟由于体重、记录质量低和其它一些先天性不足而不能满足新的要求。特别是采用环形磁头以后，它就完全不能适用了。后来便出现了利用粉状磁性材料——磁粉制成的带状磁记录材料。即今天我们所熟知的磁带。不过起初的磁带是把磁粉分散到纤维素棉胶中经流延加工成的带状物。由于它的串音大，特别是强度低容易断，没有使用多久就被新发明的涂布型磁带所取代了，即把磁粉涂敷到非磁性的平常叫做带基的支持体上，然后加工成各种实用的规格尺寸。最早的这种磁带是把 Fe_3O_4 （黑色）涂布到牛皮纸的带基上。为了适应后来磁记录技术的发展及其应用领域的逐步扩大，曾采用过硝酸纤维素、醋酸纤维素、聚氯乙烯、聚碳酸酯等一系列化学薄膜做为带基材料。而磁性材料继 Fe_3O_4 之后，一直沿用 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 。为了满足当代磁记录技术的需要，一方面主要是提高现用的 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的质量，利用掺杂和包敷技术对其进行改性；另一方面，大力探索和开发新的磁性材料如二氧化铬和已经达到实用要求的金属或合金磁粉。其带基材料则基本上采用聚酯薄膜。

近代磁记录技术已形成了声频记录、视频记录、仪器记录和电子计算技术记录等专门的体系，它们所需要的磁带自然也就形成了各自的门类，并且花色品种、规格型号日趋繁多，多达百种以上。本书着重介绍声频记录用的一种，即盒式录音磁带及其有关的问题。

现在盒式录音磁带已占世界磁带总产量的一半以上，近22亿盒，是世界磁带品种中产量最高、销量最大、应用面最广的一种磁带。

我国于五十年代末开始研制磁带并相继生产了电影、广播、仪器、电算技术等记录用的磁带。1975年又研制成功了盒式录音磁带，目前已初步形成了具有我国特点的磁带工业。产量不断扩大，品种不断增加，质量不断提高。开始在我国声频、视频、计算技术等磁记录技术领域和人民日常生活中应用，有的品种已达到了相当高的水平，但与客观发展需要和国外先进水平相比，差距还是很明显的。迅速改变我国磁带的落后面貌，开创一个新局面，尽快提供数量大，品种多，质量好的磁带，仍是摆在我国磁带战线当前的迫切任务。

二、磁带是怎样做成的

虽然不同的磁记录技术应使用不同性能的磁带，但就磁带的结构来说基本上是相同的。都是涂布型，成层结构。即把单一的 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉同粘合剂和一系列助剂等混合分散，制成磁性涂料——磁浆涂敷到聚酯薄膜带基上，再经过后加工制成。就一般的磁带结构来说，主要由二层构成，如图2-1 a所示。下层为带基，上层为磁性涂层。为突出和改善某一特性。有的分别涂成两种不同磁粉的磁层，即下层为带基，中间层为 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ，上层为 CrO_2 或钴改性氧化铁涂层，如图2-1 b所示。还有的为降低摩擦，提高耐磨性，延长使用寿命，再在磁性涂层上面涂上很薄的一层保护层或润滑层。也有的在带基另一面涂一炭黑层，以降低静电或涂一背层以改善磁带的卷绕特性。

由于采用了新的磁粉材料，磁带的制造工艺便与常规的涂

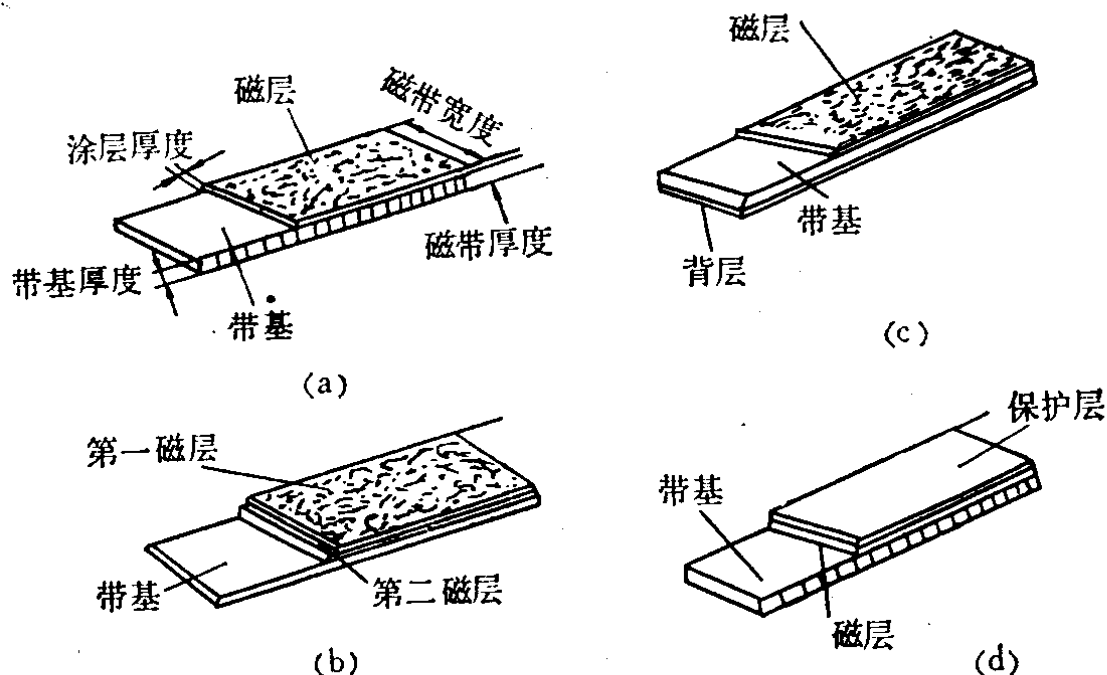


图 2-1 磁带构造

a—普通磁带； b—双层磁带； c—具有背层的磁带；
d—带保护层的磁带

布工艺有所不同，已经出现了喷涂，蒸涂和真空镀膜等新工艺和新技术。现仅就磁带的涂布成型工艺来简单谈谈所需材料、制造过程及其特点。

1. 材 料

1.1 带基

带基是磁层的支持体。它的好坏决定着磁带的机械特性。作为带基应当柔韧、光洁、抗张力强、延伸小、厚度均匀、耐老化、带静电小、耐热和耐湿性能优良。另外，在保证一定机械强度条件下，带基应尽量薄，以便在限定的带盒盘芯上能够卷绕更多的磁带，记录更多的内容。因为带基占磁带总厚的70~80%。但是为了防止层间极度复印效果的产生，带基也不能做得太薄。一般厚度在4~120微米。应根据磁带的用途来选择

适宜的带基厚度。同时必须对带基的质量进行严格检查，如几何尺寸的稳定性、强度、韧性、柔软性、防霉菌腐蚀或防长霉能力等。

现在磁带的带基，是将聚酯树脂熔融后浇铸成厚膜，再经拉伸、热定型而成的透明材料，简称PET。

1.2 磁层

磁层由磁粉、粘合剂和助剂等组成。其厚度为3~15微米。选择磁层厚度的原则是既要适合最长波长记录，又要满足最短波长记录的要求。换句话说，高频记录需要磁层薄些；低频记录磁层应该厚些。在磁层设计时要全面考虑，兼顾高低频记录。

对磁层的要求是，与带基粘得牢固，不易脱落，磁粉填充率高，磁粉分散均匀，表面光滑，摩擦系数小，对磁头磨损小；有适当的柔软度，运行平稳，电阻率低，不会因带电而引起故障；不易老化，能长期保存，耐气候性好。

磁粉

磁粉在磁层中所含的重量百分比约为68~70%。它决定着磁带的电磁性能。对它有如下的要求：

饱和磁化强度要大；

有适当的矫顽力；

颗粒均匀，空洞少；

针状体轴比大；

分散性好，填充密度高；

磁性时效变化小，化学性能稳定。

磁粉有不少品种，性能和用途也不相同，详见表2-1。在这些磁粉中，产量最大，使用最广泛的是 γ -Fe₂O₃，约占整个使用磁粉的80%。

γ -Fe₂O₃ 具有尖晶石型结构。长轴为0.8微米，短轴为

表 2-1 磁粉种类及其应用

	磁粉种类	用 途
氧化铁	普通针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	普通录音磁带、计算机磁带,磁盘和磁卡片等
	针状 Fe_3O_4	盒式录音磁带
	低噪声针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	低噪声录音磁带,广播录象磁带
	高性能针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	录象磁带,宽频仪器磁带和各种音乐主磁带
钴改性氧化铁	吸钴针状氧化铁	盒式录象磁带,盒式录音磁带
	色钴针状氧化铁	高性能开盘录音磁带,宽频仪器
	色钴色亚铁氧化铁	磁带和接触复制磁带母带
铬系	二氧化铬	盒式录音磁带,盒式录象磁带,铁铬双层盒式录音磁带和热磁复制母带
金属	金属铁粉 铁钴合金粉	盒式录音磁带和盒式录象磁带

0.1~0.2微米,矫顽力为250~340奥斯特。高密度磁带用的则是长轴为0.5微米以下的微颗粒磁粉,其矫顽力在 380~450 奥斯特左右。

制造这种针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉,是用亚铁盐溶液和碱液反应,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,再氧化成氧化铁的水合物(铁黄: $\alpha\text{-FeOOH}$),



图 2-2 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉电镜照片

经高温脱掉结晶水变为红色的 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (非磁性铁红),用氢气使其还原成黑色的磁性 Fe_3O_4 (铁黑),最后再氧化成磁性 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (棕褐色)。图2-2是这种磁粉的电镜照片。

二氧化铬 二氧化铬是立方晶系金红石结构的针状铁磁性材料。常用还原四价以上的铬或氧

化三价铬或金属铬制成。需要在高温高压下生产，制造技术复杂，成本高。近几年来，正在研究常压下制备二氧化铬磁粉的新工艺。

二氧化铬呈单畴结晶。它固有的矫顽力很低，只有35~60奥斯特，经添加Sb、Sn、Ru或Ti、Fe等某种金属后，矫顽力可提高到600奥斯特。从图2-3的电镜照片中可以看到它的针形很好。在磁浆中易分散，定向率高，磁层表面特性好，复印效应低。



图 2-3 二氧化铬磁粉电镜照片

钴-氧化铁磁粉 这种磁粉大量用于盒式录象磁带和高级盒式录音磁带。它是一种钴改性氧化铁，即在针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ （或 FeO_x ）粒子的表面外延结晶成很薄的钴-铁氧体层。这一表面层使 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的矫顽力获得了显著提高。一般用于盒式录音磁带的钴-氧化铁磁粉的矫顽力在500奥斯特以上。图2-4是这种磁粉结构示意图。它的电镜照片见图2-5。

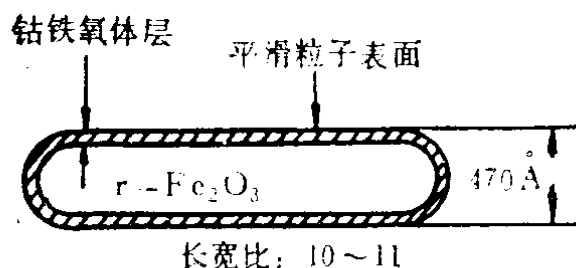


图 2-4 钴-氧化铁磁粉结构示意图



图 2-5 钴-氧化铁磁粉电镜照片

金属磁粉 金属磁粉是利用氧化铁还原法取代氢化物法和低真空蒸发法等不同方法制成的一种超微粒子。其中有金属铁粉和铁钴镍合金磁粉之分。矫顽力在1100~1800奥斯特范围。饱和磁化强度随粒子金属成份和氧化程度的不同而变化，通常在100电磁单位/克以上。

金属磁粉粒子见图2-6电镜照片。

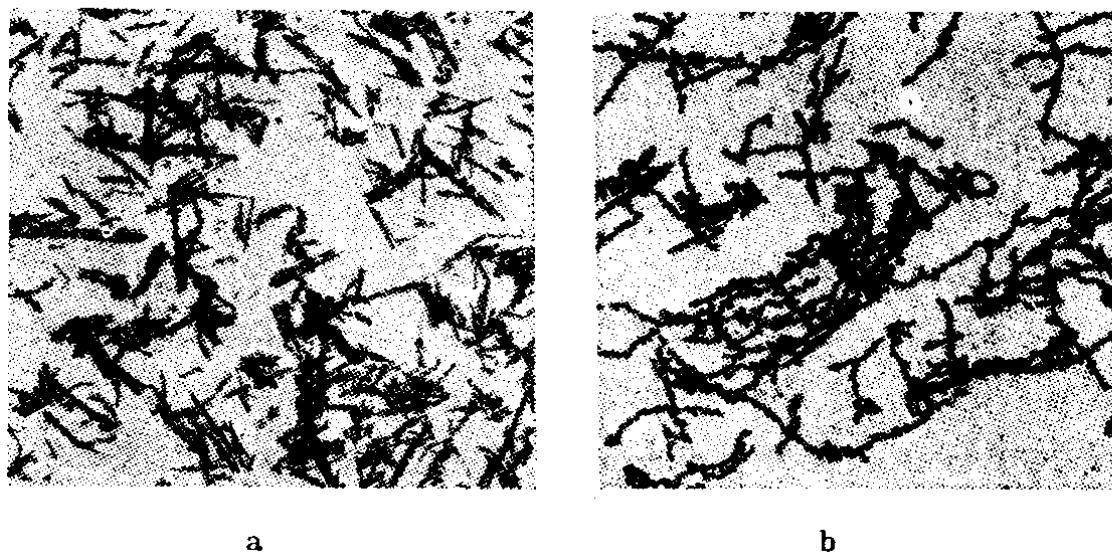


图 2-6 金属磁粉电镜照片
a—干式还原法； b—真空蒸发法

粘合剂

磁带用的粘合剂是一种高分子材料。它的用途是同磁粉充分混合后使其牢固地粘着在带基上。它在磁层中的含量约占20%。制成磁带的磁层强度、与带基的粘牢度都和粘合剂密切相关。因此要从以下几方面来选用粘合剂：

- 磁层同带基的粘牢度好；
- 磁层中磁粉分散均匀，填充密度大；
- 磁层表面光滑，柔软性好；
- 磁层静电小、摩擦系数低、耐磨损不易脱落；
- 化学稳定性好、抗湿、抗热，磁层不易老化。

总之，所选用的粘合剂不仅本身要有良好的成膜性和物理机械特性，而且与带基粘接牢固，同磁粉有很好的相容性。

普通的磁带一般都采用热塑性的氯乙烯-醋酸乙烯-乙烯醇三元共聚物。用这种粘合剂制成的磁层发软，耐磨性差，同带基的粘牢度也较差。好一点的磁带多半都采用热固性的聚氨酯胶等，这种磁层的强度和粘牢度显著提高，抗磨蚀，工作性能稳定，不易受外界因素的影响，使用寿命长。为了进一步改善磁层的工作性能和减少环境污染，正在探讨和开发利用水溶性粘合剂和光固化粘合剂等新材料。

助剂

助剂又叫添加剂。它们是分散剂、稳定剂、增塑剂、润滑剂、防静电剂、固化剂、防霉剂、防老剂、杀菌剂和抗磨剂等等。它们的作用顾名思义无非是发挥各自的特点，共同改善和保证磁层应有的特性。虽说它们的含量极少，但却起着十分重要的作用，在实际工作中万万不能忽视。主要助剂所用类型见表2-2。

表 2-2 主要助剂所用材料

类 别	品 名
分 散 剂	磷酸类、环烷酸盐、磺化琥珀酸盐、酯肪酸长链二氨基皂
润 滑 剂	硅油、氟油、二硫化钼、酯肪酸及其酯类
防静电剂	导电炭黑、石墨、阴阳离子表面活性剂
增 塑 剂	邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、环氧化酯肪酸乙基乙酸酯

溶剂

溶剂是用来溶解粘合剂、润湿磁粉和稀释磁浆以及浸蚀带基的一种化学制剂。溶解的对象不同,所使用的溶剂也不一样。

在磁浆中一般都使用两种以上的多元溶剂，以充分发挥各自的溶解特性来获得最好的综合溶解效果。在加温干燥磁浆成膜的同时，溶剂也逐渐挥发直到磁层完全干燥。这些挥发的溶剂大都是酮类、醇类、酯类、醚类、芳（族）烃和卤代烃类等。磁带产量不大时，一般都放空了，但从保护环境和经济上考虑，应积极采取措施回收重新利用。

2. 工艺和特点

磁带制造有很多道工序，工艺过程较复杂，主要包括以下几步。

2.1 磁浆制备

磁浆是把磁粉、粘合剂、助剂和溶剂等充分混合均匀分散的一种磁性悬浮体。待涂到带基上干燥以后，就成了记录信号的载体——磁性涂层了。因此可以说，磁浆形成的磁层是磁带的核心，从根本上决定着磁带的记录特性。这就是为什么各磁带制造厂往往把磁浆配方及其制造工艺作为专利加以保护的原因。

磁浆配方是根据不同磁带所要求的不同特性来设计的。搞好磁浆配方的设计主要有二方面。一个是选择材料及其配比，把质量好的磁粉、粘合剂、助剂和溶剂的品种选好，以一定比例配成磁浆；一个是确定最佳的制造工艺和加工条件。图 2-7 是磁浆制备工艺流程图。其中关键是分散过程。一般录音磁带尚可采用球磨机分散。但因它分散周期长，不能连续生产，噪声大，因此逐渐被先进的砂磨机分散工艺所取代，砂磨机的分散效率高，并能连续循环且能耗低，所以在制造高级录音磁带和录象磁带中均被普遍采用。根据不同的分散要求可以采用单机多循环或多机组合连续分散的方式进行。图 2-8 是四机组合

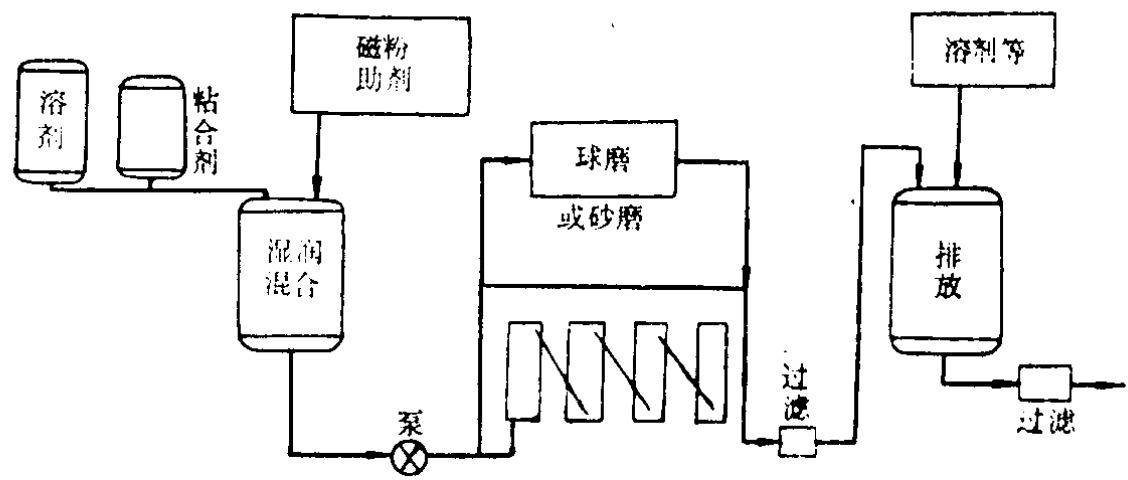


图 2-7 磁浆制备工艺

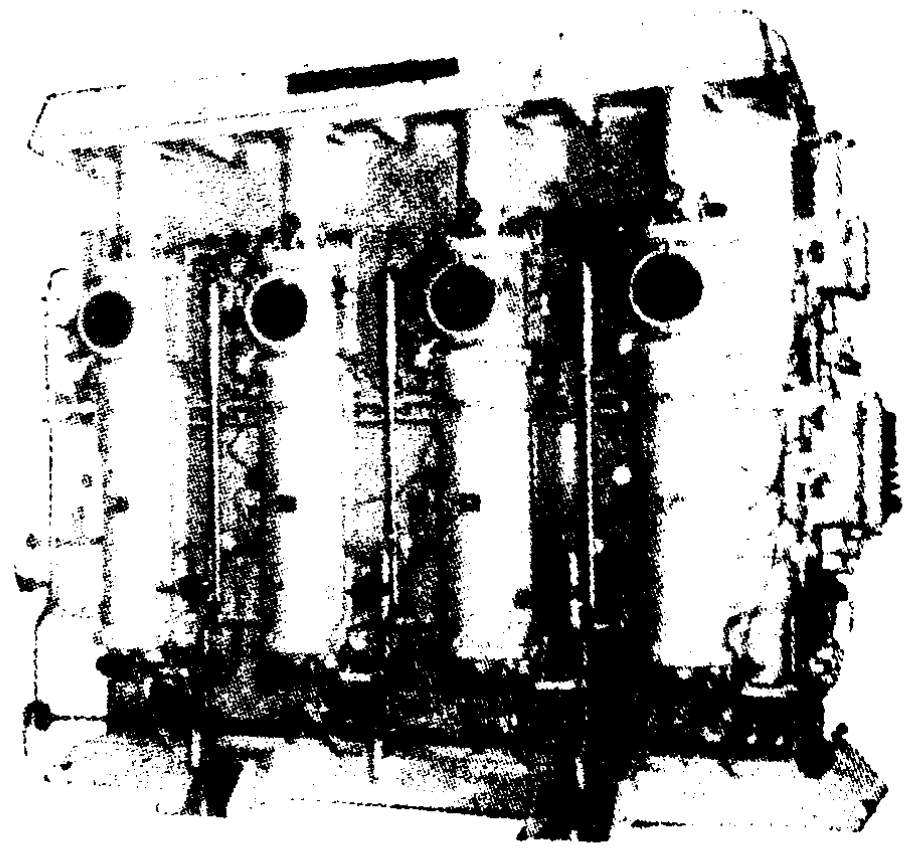


图 2-8 四机组合的砂磨机组

的砂磨机组实体照片。

磁浆过滤也是很重要的一环，根据不同的分散效果，可以采用不同的过滤方式和孔径大小不等的过滤材料。一般要经过

粗、中、细三级过滤。对普通录音磁带来说分别为20微米、10微米、5微米粒径的过滤器材料也就满足要求了。但尽可能使用粒径小的过滤材料，因它能保证磁层的结构和成膜质量，在这同时也要兼顾生产效率和材料消耗等。

2.2 磁浆涂布

所谓涂布，就是利用涂布技术，按需要的厚度，把磁浆涂到带基上。图2-9是磁带涂布工艺流程图。涂布的关键是要均匀，使形成的磁层表面十分平滑，不能有凹凸不平、隆起下陷、气泡、针孔和划伤等缺陷。为此在涂布以前，首先对带基进行清洗和消除静电。

采用的涂布方式，大多与印刷技术和装置相仿。可以涂成的磁层厚度为3~15微米，均匀性可达 $\pm 2.5\%$ ；涂布宽度为152~1200毫米；涂布速度30~200米/分。具体来说有刮刀涂布、反转辊涂布、凹板辊涂布、挤压涂布和喷涂等方式。

不同的涂布方式，具有不同的工艺特点。

刮刀涂布 磁浆直接涂到带基上，利用固定的刮刀把多余的磁浆刮下来。刮刀和带基表面之间的距离决定着磁层的厚度。带基厚度变化和运转不稳定会导致涂层厚度不匀，这是刮刀涂布的主要缺点。示意见图2-10。

反转辊涂布 它是以涂布辊的转动方向与带基的运行方向相反而得名（图2-11）。其涂层厚度与辊筒表面之间的距离有直接关系。它可以涂较宽范围的厚度，并且涂得均匀。由于辊筒轴承磨损、偏心或其它机械振动，会引起计量隙缝变化造成涂布厚度不均匀。此外供料系统不密闭，溶剂容易挥发会引起磁浆粘度和流变特性的变化。

凹板涂布 图2-12是这种涂布的示意图。它是利用刻有若干纹槽或圆点的凹板辊进行精确计量的涂布方法。涂层厚度由