

國外磁帶工業

化学工业部科学技术情报研究所

一九八〇年十月

目 录

一、概况	1
二、工艺技术	4
1. 原材料	5
2. 生产工艺	8
三、各种磁带发展趋势	11
1. 录音带	11
2. 录象磁带	13
3. 计算机带和仪器用磁带	14
四、其它磁记录材料	15
1. 磁盘	15
2. 磁泡材料	17
3. 垂直磁记录材料	19
4. 磁光记录材料	19
附表 1: 日本最近出售的盒式录音磁带品种和性能	21
附表 2: 几家主要公司生产的录象带的品种和性能	22

国外磁带工业

一、概况

磁带是一种记录和存储信息的带状磁性材料，也是用途最广、用量最大的一种磁记录材料。电磁物理学和电子应用技术的发展，促进了磁带工业的迅速发展。目前磁带记录已广泛应用于通讯、广播、电影、电视、文化教育、医疗卫生、地质勘探、数据存储、情报检索、工业自动化控制、军事工程、宇宙空间技术和家庭生活等各个领域。

七十年代以来，虽然资本主义国家面临着严重的经济危机和“能源”危机，但是磁带工业仍持续大幅度增长，平均年增长率在15%左右，1980年世界磁带产量估计为2800亿米左右(折合6.25mm计算，以下相同)。1974~1978年世界磁带市场销售额平均年增长率为17.6%见表1。1978年世界磁带市场总销售额为42亿马克，其中美国占50%，西欧占30%，日本占12%，其它占8%。

表1 世界磁带市场销售额

单位：亿马克

年 份	1974	1975	1976	1977	1978
金 额	22	25	30	35	42*

*据《IEEE Transactions on Magnetics》1980年No 1报导，1978年销售额为25亿美元。

目前国外生产磁带的主要国家有美国、西德、日本、英国、法

国、荷兰和苏联等。其中美国在质量和数量上均居首位，其次是西德和日本。

美国不仅首先开发了针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 CrO_2 和金属磁粉，而且掌握着高级磁带的生产技术，如专用仪器带等。美国生产磁带的公司有3M (Minisota Mining Manufacture)、安派克斯 (Ampex)、曼姆莱克斯 (Memorex) 和杜邦 (Du Pont) 等20多家。

美国 3M 公司是一个大型综合性化工公司，自1947年开始生产录音磁带，1953年计算机磁带投入市场，1978年底又首先出售了金属盒式录音带，该公司具有精密涂磁技术和独特的粘合技术，而且产品种类齐全，畅销世界百余个国家和地区。1977年磁记录材料销售额为3.37亿美元，占公司总销售额的9%。其哈钦森 (HUTCHINSON) 音频/视频磁带厂，号称是目前世界最大的，据1979年报道该厂拥有8条涂磁生产线，主要采用反转辊涂工艺，涂磁宽度686毫米，一般车速每分钟达150米，职工800人，年产磁带250亿米。

美国安派克斯公司是世界著名的音、视频设备和磁带生产公司，也是美国最大的一家专生产磁性材料的公司，主要产品有仪器用磁带、录象带和录音带等。其仪器用磁带的生产量占美国仪器带需要量的85%。1978年磁带销售额达1亿美元左右，约占公司总销售额的三分之一。1979年报道其奥珀列卡磁带厂有7条涂磁生产线，涂磁宽度635毫米，车速70~80米/分，职工人数1420人。为了生产精密、高质量磁带，目前新建两条投资为500万美元的生产线，预计第一条1980年投产，第二条1982年投产。

美国杜邦公司主要生产带基和磁粉，也生产磁带。 CrO_2 磁粉为该公司的开发专利，目前约有90%的产品出口。

美国曼姆莱克斯主要产品为计算机磁带和磁盘。其软磁盘厂是目前世界上最大的，该厂生产的软磁盘约有25种性能规格，年产磁盘约520万个（1979年报道）。

西德生产磁带的公司有巴斯夫（BASF）和阿克发、吉伐（Agfa-Gevaert）公司。巴斯夫公司是一个大型综合性化工公司，早在1935年就开始了磁性材料的生产，是世界磁带生产的先导，美国磁带生产初期，就是靠仿制该公司的产品起家的。巴斯夫除本国的工厂外，在美国、法国、日本、巴西和印度尼西亚等国也均有磁带生产厂。该公司具有生产 CrO_2 磁粉的技术，磁带的频率响应比包钴磁粉好，其盒式录象和盒式录音磁带质量也名列世界前茅。

西德阿克发·吉伐公司以胶片、磁带、照相和洗印设备为三大主要产品。1939年开始研制磁带。在慕尼黑的培鲁兹磁带厂，占地面积达3万平方米，共有4台挤压涂磁机，涂磁宽度为670毫米，车速每分钟为60~200米，职工900人，年产磁带128~160亿米（1979年报道），以录音磁带为主要产品。

日本的磁带工业是五十年代初发展起来的，七十年代以来得到了迅速发展，1974年~1979年磁带产量平均年增长率为22.4%，1979年磁带总产量达530亿米左右，见表2。在高能钴氧化铁和盒式

表 2 日本磁带产量和产值

单位：（数量：亿米；金额：亿日元）

年 份	1974	1975	1976	1977	1978	1979
数 量	203.65	249.55	387.05	401.70	419.57	529.54
金 额	395.44	502.37	686.91	952.33	1229.04	1548.57

录象带的开发上居世界首位，其盒式录音磁带在国际市场上也享有很高的声誉。

日本生产磁带的公司有东京电气化学工业 (TDK) 公司、富士胶片 (Fuji Photo film) 公司、日立麦克塞尔 (mexell) 公司、索尼 (SONY) 公司和日本哥伦比亚 (Columbia) 公司等。

日本东京电气化学工业公司，是日本最大的磁带生产公司，该公司1952年开始生产磁带，1973年研制成了比二氧化铬磁粉性能还优良的含钴氧化铁磁粉，制出了世界上第一个具有1400奥斯特矫顽力的录象磁带，同时也生产了高质量的盒式录音带。1979年磁带销售额为692.92亿日元，比1978年增长了37.4%。主要产品有录音带、录象带和计算机磁带。

二、工艺技术

1898年采用钢带作为录音介质，1935年开始研制磁带，当时采用的磁粉是 Fe_3O_4 ，最初粒状 Fe_3O_4 磁粉矫顽力虽然比仅有20奥斯特的钢带前进了一大步，但也只有100奥斯特左右。五十年代初期美国首先采用了 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 作为磁记录介质，使矫顽力提高到300奥斯特左右，其它性能也有所改善。到六十年代中期，出现了具有500奥斯特的高矫顽力 CrO_2 磁粉，以适应高频和低速记录，但存在消磁困难，磁头易磨损的缺点。七十年代初期日本研制了比 CrO_2 磁粉性能优良的含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ，据报道如适当调节含钴量，矫顽力可达1000奥斯特以上。近年来又出现了金属或合金粉末，这是磁记录介质的一大飞跃，该非氧化系材料矫顽力可达1000奥斯特以上，剩磁密度达3000高斯，是一种性能优良的磁记录材料。

磁带八十多年的发展史，也是提高记录密度的历史，其记录密度从最初的0.39位/毫米（10位/英寸），提高到目前的393.7位/毫米（10000位/英寸），而记录波长从1000微米降至1微米，提高了1000倍。矫顽力也从最初的20奥斯特发展到现在的1000奥斯特以上，约提高了50余倍。

1. 原材料

磁带主要由磁性介质、粘合剂和带基三大部分所组成。

（1）磁性介质

磁性介质是决定磁带记录性能的主要因素。它在磁层中的含量占70%以上。目前常用的磁性介质是 γ - Fe_2O_3 ，约占总用量的80%，其它还有 Fe_3O_4 、含钴 γ - Fe_2O_3 、 CrO_2 、 Fe-Co-Ni 、 Fe-Co-Cu 、 Co-Ni-P 、 Co-P 、 Co-Ni 等。

磁性介质按涂敷方式分为两大类：一类为磁粉涂布型；磁粉通过与粘合剂混合成为磁浆，然后涂布在带基上。另一类为金属薄膜型如 Co-P 、 Co-Ni 、 Co-W 、 Co-Cu 等，通过电镀、化学镀、喷涂或蒸发沉积在支持体上，制得金属薄膜型磁带。

磁性介质的质量由下列因素决定：几何形状、颗粒大小、均匀程度、剩磁（ Br ）、矫顽力（ Hc ）、矩形比（ Br/Bm ）等。其中主要磁性能表现在矫顽力、剩磁和矩形比，一般矫顽力越大，可记录的波长越短，也即分辨率越高；剩磁越高，则磁带输出信号越大，信噪比越高，失真越小；矩形比越近似于1越好，如矩形比等于1则表明磁性百分之百的利用，实际上磁带的矩形比总小于1。常用的 γ - Fe_2O_3 磁粉矫顽力一般在250~400奥斯特，剩磁为1000高斯左右，矩形比在0.75左右； CrO_2 磁粉矫顽力在180~800奥斯特；剩磁

为1500高斯左右；矩形比为0.85以上；而含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 矫顽力在300~1000奥斯特，剩磁为2000高斯左右，矩形比在0.85以上。金属或合金粉末的矫顽力则在1000奥斯特以上；剩磁约3000高斯以上；矩形比在0.9左右。由上可知氧化物磁粉以含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 为优，而合金或金属粉末性能则更优异。

数十年来，虽然各种新型磁记录介质不断涌现，但是由于 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉制备简单，工艺成熟，性能稳定，能满足一般磁记录要求，因此至今仍广泛应用于各种磁带生产，如录音带、录象带、计算机带、仪器带以及磁盘。其它磁粉如 CrO_2 、含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 和金属合金粉末仅应用在各种高能磁带上。

最近几年磁性介质的研究继续向高密度、微粒子、高纵横比方向发展，以进一步满足高灵敏度、高信噪比磁带的需要。

(2) 粘合剂和其它助剂

配制磁浆所采用的粘合剂及其它助剂对磁带质量的影响也极为重要，要求粘合剂在磁带上反映的质量特点是粘牢度好、磁粉填充密度大、分散均匀、磁层表面光滑、磨擦系数低、静电小、漏码率低、信噪比高和使用寿命长等。

粘合剂在磁层中的含量一般为20%，磁带品种不同，所使用的粘合剂和助剂也不一样，常用的粘合剂有热塑性树脂，如氯乙烯—醋酸乙烯—乙醇共聚物，部分水解的氯乙烯—醋酸乙烯共聚树脂以及硝化纤维树脂等。热固性粘合剂如聚氨酯、聚酚氧树脂、环氧树脂。一般普通录音磁带采用热塑性粘合剂，录象带或高质量磁带多采用耐磨性高的热固性粘合剂。粘合剂研究的重点是进一步提高填充度和磁层的耐久性。目前除不断改进溶剂型粘合剂外，正在进行

水溶性粘合剂的研究，如水溶性尼龙、聚氧化乙烯以及苯乙烯—顺丁烯二酸酐共聚物等。从经济效果和减少污染的意义上看，水溶性粘合剂的研究发展是很有前途的。

其它助剂有：分散剂、稳定剂、增塑剂、润滑剂、防静电剂和固化剂等。助剂的研究重点是分散剂、润滑剂和防静电剂，最近分散剂、表面活性剂应用了类似碳黑的固体物质，润滑剂则采用了硅油、脂肪酸酯、氟油等，均取得了良好效果。

(3) 带基

带基主要起支承体作用，根据不同用途而选用不同的带基。常用的带基有醋酸纤维薄膜、聚氯乙烯薄膜和聚酯薄膜等。随着磁带向薄型、高速和高密度化发展，目前除部分录音带外，几乎所有磁带都使用聚酯带基。聚酯薄膜根据不同用途有两种类型，一种是经过纵横拉伸制成的平衡膜，纵横两方向的拉伸比均近似3~3.5倍，拉伸强度为21公斤/平方毫米；另一种是先横拉伸，后纵拉伸制得的强力膜，横向拉伸比等于3~3.5倍，而纵向拉伸比则为4~4.5倍，拉伸强度为23公斤/平方毫米。通常厚度在23微米以上的带基采用平衡膜，厚度在20微米以下的带基采用强力膜。虽然强力膜的强度比平衡膜大，但尺寸稳定性不如平衡膜，所以一般在强度满足要求的情况下，多选用平衡膜。

近年来提高带基拉伸强度和耐磨性，仍为研究的主要课题。为了得到厚度为6微米的C—180盒式录音带，日本采用了邻苯二甲酸酯薄膜。此外为生产卫星仪器专用磁带，美国杜邦公司生产了一种聚酰亚胺薄膜，这种带基可在-268℃~+400℃的环境条件下工作，而普通聚酯薄膜只能在-60℃~+150℃范围使用。

2. 生产工艺

国外磁带生产工艺已较成熟和完善,一般工艺流程如图1所示。

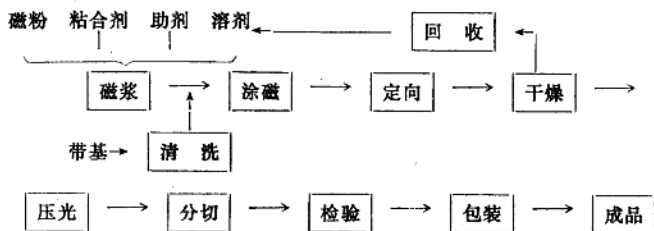


图1 磁带生产工艺流程图示意图

(1) 磁性介质

磁性介质目前仍停留在间断生产的水平。

95%的 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 采用酸性晶种法生产工艺流程,如图2所示。

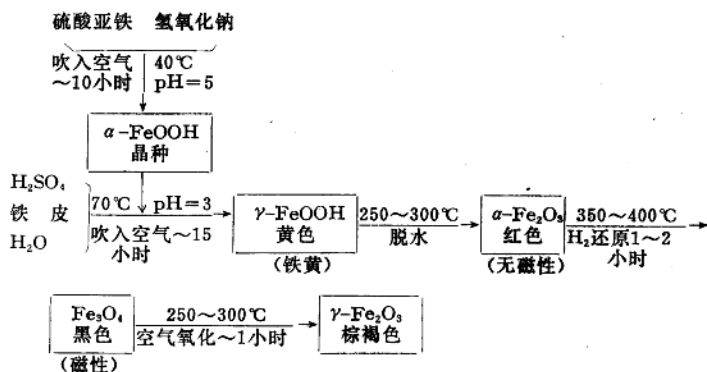


图2 酸性晶种法生产 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 示意图

在生产过程中,为减少烧结,达到粒子表面平滑和减少孔洞,目前国外多采用长时间低温氧化还原工艺,美国安派克斯还原氧化

周期长达8~12小时。强碱法是另一种制备 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的方法，工艺简便，磁粉性能也较好，但成本较高，因此常在生产高质量磁粉时采用，工艺流程如图3所示。

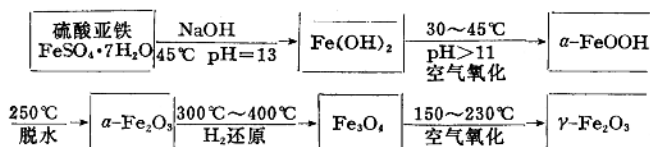


图3 强碱法生产 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 示意图

二种方法的主要不同点在于铁黄的制备。

普通纯 CrO_2 的矫顽力低仅为(15~60奥斯特)，不能作为磁记录材料使用。一般磁带用的 CrO_2 磁粉是用 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 加热分解，制得 CrO_3 ，然后在400~525℃高温、300~500大气压力的高压下添加Sb、Sn、Te或Fe而制得，矫顽力一般在500奥斯特左右，是一种高能磁粉。

含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉的制备有掺钴、吸钴和包钴三种方法。掺钴磁粉的制备是在生成 $\gamma\text{-FeOOH}$ 时，掺入一定比例的钴化合物，使其均匀地分散在 $\gamma\text{-FeOOH}$ 中，然后制得掺钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 。吸钴和包钴则是对制备好的针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 颗粒表面进一步加工，吸钴法是将针状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 分散到钴盐溶液中，使氧化铁粉末表面吸附一定量的钴离子而制得；包钴法则是在 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 颗粒周围包上一层钴化合物，例如 Co(OH)_2 ，经过轻微热处理，使钴化合物包覆在 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 粒子表面而制得。含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 的矫顽力可提高到1000奥斯特左右。由于温度对掺钴法磁粉的矫顽力影响较为显著，因此逐渐被淘汰，目

前广泛采用的是吸钴和包钴法。

金属或合金粉末的制备方法有许多种，如金属在低压惰性气体中加热蒸发制得的金属粉末，矫顽力可达1100奥斯特；Fe、Co等有机酸盐类的氢还原法制备金属粉末，矫顽力可达500~1200奥斯特；Fe-Co-Cr合金粉末的制备是在金属盐溶液中加入硼氢化钠等还原剂而制得，矫顽力可达1000奥斯特。

（2）磁浆分散

磁浆分散的目的是将磁粉与粘合剂及其它助剂均匀混合，一般采用砂磨或球磨等方法。砂磨分散工艺的显著特点是效率高，但成本也高，因此只在录象磁带、计算机带和其它高能磁带用磁浆时才采用，砂磨容积一般均在125立升左右，转速250~900转/分，每小时可分散45~70立升。球磨容积大小均有，小的1立方米，大的12立方米左右，每批分散时间约需16~48小时。在磁浆分散中七十年代发展了预处理技术，即在磁浆分散前，在磁粉中加入亲油性表面活性剂进行化学处理，或用高速机械搅拌的方法预处理，以提高分散效果、缩短分散时间。

（3）涂磁工艺

涂磁是磁带生产的关键工序，目前采用的有反转辊涂、凹板涂磁和挤压涂磁等方法。美国和日本主要采用反转辊涂法涂磁，凹板涂布法涂背层，涂磁最宽为1米，车速根据生产品种而定，一般最高可达150米/分。西德阿克发·吉伐公司采用具有均化装置的挤压涂磁工艺，涂磁宽度为670毫米，生产薄型盒式带时车速为200米/分，开盘式磁带为60米/分，挤压涂磁具有车速快、涂层均匀、不易产生缺陷和无回料等优点。一般涂磁中均采用自动化程序控制，并安

装有各种监测装置，如红外、激光磁层缺陷检查装置和电视显示的 β 射线测厚装置等。

(4) 压光和抛光

七十年代以来，为了提高磁层表面平滑度，除少部分录音带外，大部分磁带的磁层都要进行表面压光或抛光处理。一般采用压光机，用光洁度在13级以上的金属辊，在不超过100℃的温度和440公斤/厘米²的高压下进行压光，以达到降低磁层表面凹凸、排除磁层内部微孔的目的。有些公司对压光后的磁带还进行抛光处理，美国安派克斯的方法是采用高速螺旋抛光辊（7000转/分），对磁层进行抛光处理。

近年来磁带工艺技术的改进，主要是提高质量和效率，如高能磁粉的制备；磁浆分散装置和方法的研制；高精度涂磁方法和装置的改进，如涂布车速在300和200米/分的高速挤压涂布和反转辊涂；多点涂布以及压光和研磨精度在0.1微米以下的表面处理技术；此外还采用了涂磁和压光联机生产的新工艺。

三、各种磁带发展趋势

目前磁带品种有录音带、录象带、计算机磁带和仪器带。一般录音带有3.81毫米的盒式带和6.25毫米的盘式带；录象带规格有12.7毫米（1/2英寸）、18.75毫米（3/4英寸）的盒式带，25.4毫米（1英寸）和50.8毫米（2英寸）的盘式带；计算机磁带有12.7毫米的盘式带、3.81毫米和6.25毫米的盒式带；仪器带规格有6.25毫米（1/4英寸）、12.7毫米和25.4毫米三种。

1. 录音带

录音磁带除电影、广播、新闻采访等专业用外，大量用于家庭娱乐、文化教育和演讲报告等。过去一般用开盘式(6.25毫米)录音带，1962年荷兰菲利普 (PHILIPS) 公司，首次出售盒式录音磁带 (宽3.81毫米)，由于盒式带具有不易损伤、使用简便和利于保管等优点，从此产量急剧增加。1978年世界盒式录音带产量达11.5亿盒，占1978年世界磁带总产量的50%。

录音磁带按用途分为专业磁带和消费磁带。专业磁带一般为6.25毫米盘式带，记录频率为20~2000赫兹，磁层厚13~16微米，带基厚22~36微米，为了提高可靠性，磁粉一般采用大粒子 γ - Fe_2O_3 ，矫顽力为300~380奥斯特，剩磁密度为1000~1400高斯，动态范围宽，失真小，带速一般为38.1厘米/秒。消费磁带用6.25毫米盘式和3.81毫米盒式两种，带速分别为19.05厘米/秒、9.5厘米/秒和4.75厘米/秒。

盒式录音带近几年来，由于采用了 CrO_2 、含钴 γ - Fe_2O_3 磁粉，使其性能可以和盘式录音带相比拟。1978年底美国3M公司出售了金属粉末盒式带，录音性能得到大幅度提高。日本TDK、索尼、富士胶片和麦克塞尔公司于1979年也先后出售了金属盒式录音带，索尼和TDK公司采用超微粒合金粉末，富士胶片公司采用特殊合金磁性体，而麦克塞尔则采用纯铁金属粉末，涂层厚度均为4.0微米，总厚度为16微米，录放时间有C-46、C-60两种，矫顽力为1050~1100奥斯特，剩磁为3000~3500高斯，矩形比0.78~0.82。各种盒式录音带的性能见表3。

由表可见盒式录音带从最初的300奥斯特矫顽力，发展到目前的1050奥斯特，记录密度也从1000高斯提高到3500高斯。随着高能

表 3 盒式录音带性能

年份	性能	磁性介质	矫顽力(奥斯特)	剩磁 (高斯)
1964年		$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	300	1000~1200
1968年		微粒 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	350	1000~1200
1970年		CrO_2	500	1400~1500
1971年		含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	500	1500~1600
1979年		金属粉末	1050	3000~3500

磁粉的应用,磁层减薄,每盒录放时间从46分钟提高到180分钟(双面)。七十年代以来开盘式录音带以高动态范围、高可靠性为主要发展方向。盒式带则继续向高性能、长时间和小型化发展。

日本最近出售的盒式录音带品种和性能见附表1。

2. 录象磁带

录象磁带自1956年问世以来,各项性能都有显著提高。目前录象带不仅用于电视广播,而且在工业上用于企业管理、生产自控;在科学研究领域用于实验现场的记录和空间技术,七十年代初录象磁带开始用于拍摄彩色磁带电影,目前录象带已大量用于电影原始拍摄和后期制作,一部故事片的成本大约比胶片低50%,而效率还可提高十倍。

录象磁带按其用途分为广播、专业和家庭用三种。广播用录象带有54.8毫米(2英寸)和25.4毫米(1英寸)两种规格的开盘带,54.8毫米(2英寸)用于4磁头广播录象机,25.4毫米(1英寸)则用于螺旋扫描录象机,随着高能磁带的发展25.4毫米(1英寸)录象带正逐步取代54.8毫米(2英寸)磁带。专业磁带为19.05毫米(3/4英寸)盒式带,用于新闻采访、教育和情报传递等方面,磁层厚为4~6微米,总厚为25~26微米,收录时间为60分钟,特殊

型磁层厚为3微米，总厚为18~22微米，收录时间为75~90分钟。家庭用有12.7毫米（1/2英寸）和19.05毫米（3/4英寸）两种盒式带，厚度为20微米，收录时间为60~240分钟。

近年来录象带有如下发展：（1）采用了微粒高针状氧化铁磁粉以及高能 CrO_2 和含钴 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉，使记录密度得到大幅度提高；（2）采用了碳黑等稳定的固体导电性材料作为防静电剂；（3）磁层表面光滑，提高了信噪比。最近采用了化学镀的Co-P金属薄膜录象磁带，矫顽力达600~1200奥斯特，剩磁密度在6000高斯以上，膜厚为0.1~0.15微米。

各主要公司生产的录象磁带品种和性能见附表2。

3. 计算机带和仪器用磁带

计算机磁带由于数字信息存储量远大于磁鼓和磁卡片，因此近代电子计算机都采用计算机磁带作为外存储材料。一般计算机主要采用12.7毫米（1/2吋）开盘磁带，小型计算机使用3.81毫米和6.25毫米宽的盒式带。计算机磁带一般选用可靠性强的大颗粒（1微米） $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 磁粉，漏码控制在每盘5个以下，对磁带的几何尺寸也有严格要求，使用期一般为5~10年。

仪器用磁带主要用于遥控、遥测等仪器，这种磁带记录的波长范围可以从直流电到2兆赫。仪器用磁带通常有两种记录方式，一种是直接记录，另一种是脉码调制记录。磁性介质一般采用 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ，磁带宽度有6.35毫米（1/4英寸）、12.7毫米（1/2英寸）和25.4毫米（1英寸）三种。美国安派克斯799型高密度脉码调制带是目前最好的一种仪器带，漏码率为 10^{-7} ，分辨波长为1.25微米，记录密度大于787.4比特/毫米（20000比特/英寸）。

计算机带和仪器带的主要发展趋势是提高信息记录密度，彻底消除信息漏失，提高磁带的可靠性。目前计算机磁带的记录密度已从最初的7.87比特/毫米（200比特/英寸）提高到246.06比特/毫米（6250比特/英寸），人造卫星上使用的仪器带已达到787.4比特/毫米（20000比特/英寸），产品逐步趋向标准化、系列化。

各种磁带的发展仍向高矫顽力、高记录密度和长时间、小型化发展。

四、其它磁记录材料

磁记录材料除了上述的磁带以外，还有磁卡、磁鼓、磁盘和磁泡。磁卡是一种卡片形磁记录材料，多用于数字信息存贮，如铁路系统的自动剪票、银行存储、多次使用的票证和高速缓冲存储调合器等。磁鼓也是一种电子计算机外存储装置，由于其数字信息记录密度低，存取速率慢，目前已被磁带和磁盘所取代。磁盘是一种高密度信息存储材料，其记录密度达5000位/毫米²，用于计算机外存储及电视录象。磁泡是近几年发展起来的新型磁记录材料，其信息存储密度比磁盘高20倍以上。近几年有关磁盘和磁泡的发展是非常引人注目的。

1. 磁盘

磁盘是一种盘状磁记录材料，是把磁浆涂敷在圆盘状塑料或铝合金基片上而制成。磁盘自1956年问世以来，由于具有容量大、记录密度高、存取速率快等优点，目前已广泛应用于电视广播、文化教育、资料保存、数据存贮等方面。

在磁盘二十多年的发展历史中，其记录密度提高了60余倍；面密度提高了1500倍，达4000~5000位/平方毫米；其直径从原来的