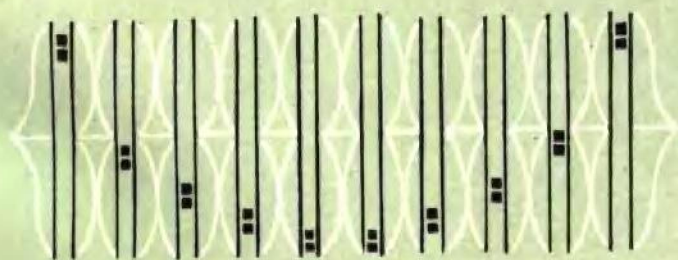
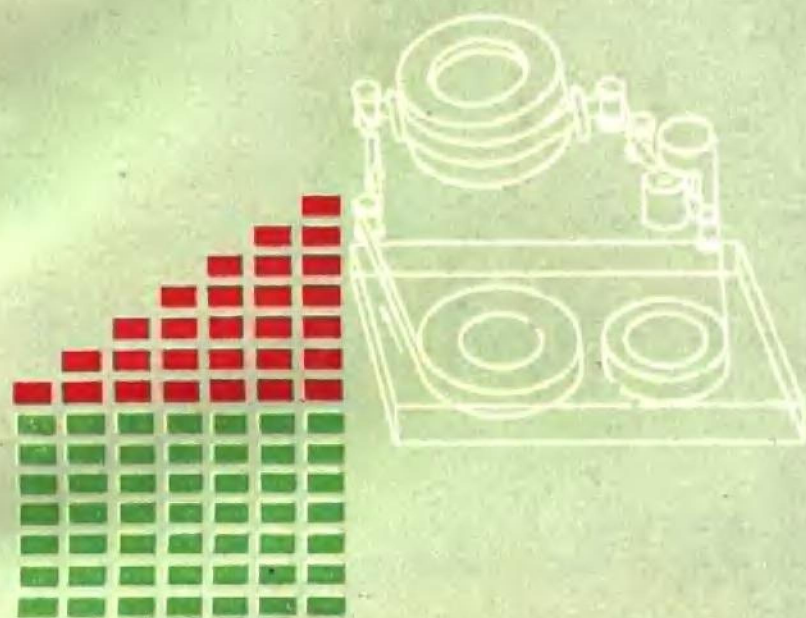


录音机新技术

梁 华 编著



新华书店

内 容 简 介

本书详细阐述了磁带录音机常用的各种新技术和新电路。内容包括磁带快速转录、自动选曲、图示均衡器和音响效果新电路、新型机芯、自动降噪技术、自动偏磁/均衡、数字调谐系统等的原理、方法和具体线路。同时介绍了最新的数字音响技术的原理和数字磁带录音机系统。书中还列举了大量实用的线路和图表。

本书可供从事录音机与电子音响设备的设计、生产和维修等的技术人员阅读，也可供有关院校的广播、电声等专业的师生以及广大无线电爱好者参考。

录 音 机 新 技 术

梁 华 编著

责任编辑：杨星豪

新 时 代 出 版 社 出 版、发 行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印装

850×1168毫米 32开本 12.375印张 324千字

1990年10月第1版 1990年10月北京第1次印刷

印数：0001—5.000册

ISBN 7-5042-0100-6/TN·7 定价：10.00元

前 言

磁带录音机是用作语言和音乐记录的重要音响设备。

随着科学技术和生产的发展，如同其他技术一样，就录音机的本身技术而言，也获得了迅速的发展。尤其是1962年出现的盒式磁带录音机技术，使录音机得到迅速的普及。尔后，人们对录音机的要求不断地提高，不仅仅是简单地能录能放，而且要求高音质、高性能，并且为便于操作和提高使用效果还对各种功能提出了越来越多的要求。数字技术、计算机技术、大规模集成电路技术和精密机械技术等的发展，为实现这些要求提供了基础。在近十多年来，在引进和学习国外先进的技术的同时，我国的录音机的技术和生产也得到了迅猛的发展。

就工作方式而言，磁带录音机可分为模拟式和数字式两大类。目前广泛使用的是模拟式录音机。为了改善性能和增强功能，已经发展了许多新技术、新品种、新电路，使这种录音机获得不断的发展。但是，这种传统方式录音机水平的提高毕竟有限。新近兴起的数字式磁带录音机，打破了传统的模拟信号录放方式，它综合了现代的通信技术、数字计算技术、大规模集成电路技术和高密度磁记录技术等成就，将录音机的性能提高到前所未有的水平，从而使录音机技术进入数字音响的新时代。数字化已成为当今录音机技术的发展方向。

因此，本书内容对这两类的录音机的新技术都加以说明。首先叙述以盒式录音机为主的常见录音机的各种新技术。其中包括快速复制、自动选曲、图示均衡器和频谱显示器、降噪技术、自动偏磁/均衡、数字调谐系统以及新型机芯、磁头等的各种新技术和新电路。然后介绍数字录音的原理、方法以及数字磁带录音机系统，以便为今后的学习和研制提供必要的基础。

在本书编写中，作者结合自己的工作和教学经验，并参考了许多国内外有关书刊和文献。但是，由于作者水平有限，而且本书作为国内第一本较为详细地专门叙述录音机新技术的著作，故错误或不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

梁 华

1988年12月于同济大学

目 录

第一章 录音机的原理及其快速复制	1
第一节 磁带录音机的基本原理	1
一、录音机的原理与分类	1
二、磁头和磁带	10
三、录音机的频率特性与频率均衡	16
第二节 磁带快速复制原理	24
第三节 倍速复制的实际电路分析	31
一、录音和放音的倍速补偿电路	31
二、电机转速变换电路	35
三、防误动电路	41
第四节 电子开关式连续放音和快速复制控制电路	44
第二章 自动选曲电路	49
第一节 人工选曲——选听与复听机构	49
第二节 自动选曲原理	51
一、自动选曲的方式	51
二、自动选曲的原理与组成	55
第三节 自动选曲集成电路	61
一、TA 7341P 自动选曲集成电路	62
二、TC 9138 AP 自动选曲集成电路	66
三、IR 3R20A 自动选曲集成电路	79
第四节 自动选曲实际电路分析	81
一、夏普 GF-700Z 型自动选曲电路	81
二、使用 TA7341 和 TC9138A 的自动选曲系统	90
第五节 计数型自动选曲原理与电路	96

一、工作原理	96
二、AN 6262/AN 6263 及其自动选曲电路	98
第三章 音响效果的新电路	105
第一节 图示式均衡器	105
一、图示式均衡器的基本原理	105
二、模拟电感式图示均衡器	110
第二节 频谱显示器	120
一、频谱显示器的基本原理	120
二、频谱显示器的电路及其设计	131
第三节 立体声及其声像扩展电路	134
一、双声道立体声的原理	134
二、立体声声像扩展技术	140
第四节 BBD 及其音响效果电路	152
一、BBD 基本工作原理	152
二、BBD 的应用	157
第四章 盒式录音机机芯新技术	165
第一节 盒式录音机机芯的发展概况	165
第二节 全自停机构	172
一、机械传感式全自停机构	173
二、霍尔传感开关式全自停机构	175
第三节 轻触式机芯	181
一、机械轻触机芯	181
二、电控轻触机芯	184
第四节 自动反转机芯	187
一、双向走带方式	187
二、自动反转用的磁头与电路	190

第五章 自动偏磁和自动均衡195

第一节 概述195

第二节 自动偏磁与自动均衡的原理198

一、录音三要素198

二、自动偏磁与自动均衡的原理201

第三节 自动偏磁和自动均衡系统207

第六章 磁带录音机的降噪系统216

第一节 磁带录音机的噪声216

一、噪声的种类和特点216

二、降低噪声的方法218

第二节 杜比降噪系统222

一、杜比 B 型降噪系统225

二、杜比 C 型降噪系统236

三、杜比 HX 系统245

四、杜比 A 型降噪系统250

五、杜比 SR 降噪系统253

第三节 dbx 降噪系统259

一、dbx 降噪原理259

二、dbx 降噪电路260

第四节 DNR 降噪系统265

一、DNR 降噪原理267

二、LM 1894 型 DNR 集成电路及其应用270

第七章 数字调谐系统278

第一节 概述278

第二节 锁相环频率合成器的基本原理280

一、锁相环及其特性280

二、脉冲吞除计数原理285

第三节 数字调谐系统集成电路288

一、TC 9137 P 型数字调谐系统集成电路	288
二、MPD1700 系列数字调谐系统集成电路	303
第四节 数字调谐方式 FM/AM 调谐器	307
一、系统框图与电路	307
二、设计考虑	310

第八章 数字磁带录音机 319

第一节 数字音响技术概述	319
第二节 数字音响的原理与系统组成	322
一、系统的基本组成	322
二、PCM 编码	326
三、数字磁带录音机的特点	335
第三节 纠错编码	337
一、纠错编码的基本原理	337
二、循环码及其实现电路	342
三、交错码	362
第四节 数字磁带录音机	364
一、R-DAT 录音机与性能	365
二、S-DAT 录音机与性能	380

第一章 录音机的原理及其快速复制

第一节 磁带录音机的基本原理

以磁带为记录媒体的磁带录音机技术发展很快，尤其是从60年代出现盒式磁带录音机以后，发展更为迅猛。直到现在，有关的新技术、新品种仍不断涌现，性能也在不断提高。

为了阐述不断发展的录音机新技术，本节首先对录音机的原理和概况作一些介绍。

一、录音机的原理与分类

磁带录音机是把声音记录在磁带上，根据需要随时可以把声音重放出来，而且可以重放多次。录制在磁带上的声音可以长期保存，不需要时也可以抹掉，重新录制新的节目。

虽然录音机的类型和款式多种多样，但它们的工作原理基本一样，都是应用声和电的转换以及电和磁的转换原理进行工作的。磁带录音机的基本构成如图 1.1 所示，它主要由话筒、磁头（录音磁头、放音磁头和抹音磁头）、磁带驱动机构（又称运带机构、或称走带机构）、录音和放音放大器、超音频振荡器以及扬声器等组成。

磁带录音机在录音时，话筒（传声器）将声音转换成电信号，由于话筒输出电压很小，故须经录音放大器将信号放大，并以电流形式输送给录音磁头。录音磁头又将电信号转换成磁场。磁带在运带机构作用下以一定速度（例如，盒式录音机的带速为4.76 cm/s）通过录音磁头缝隙时，录音头上的磁场对磁带进行磁化。

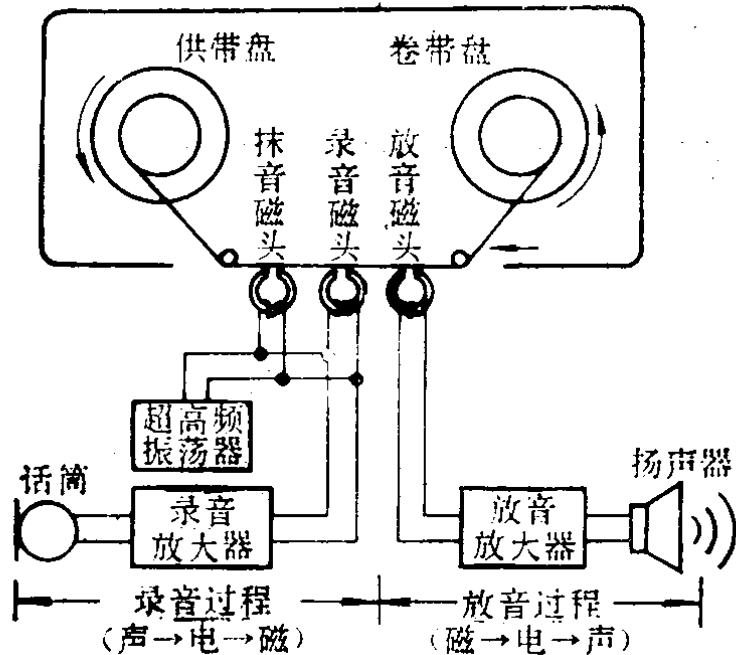


图1.1 磁带录音机的基本组成

磁带离开磁头后，信号以剩磁形式保留在磁带上。所以，录音过程可以看作是声能→电能→磁能的转换过程。

在放音时，录过音的磁带以同样速度通过放音磁头，放音磁头则将磁带上的剩磁信号再转换成电压信号。由于这个电压信号也很微弱，故需用放音放大器把信号放大，取得一定的功率去推动扬声器，重放原来的声音。所以放音过程正好是录音过程的逆过程，即是磁能→电能→声能的转换过程。

为了对磁带进行抹音和重录，在走带路径的供带一侧设有抹音磁头，以便在录音之前抹去磁带上已不需要的原有录音。

图中的超音频振荡器有两个作用：一是供给抹音磁头足够的抹音电流，以对磁带进行消磁抹音；另一是在交流偏磁的录音时给录音磁头提供一定的偏磁电流，以提高录音灵敏度和减小录音失真，改善录音质量。

运带机构是利用直流电机驱动机芯的机械传动机构，使磁带以一定的带速通过磁头，并完成磁带的快进、倒带、停止、暂停等功能。当然，要使录音机正常工作，还需要为录音机各部分电路及直流电机提供直流工作电压的电源电路。

以上是磁带录音机的基本构成。为了提高录音机的录放音性

能,便于操作和使用,还附加了许多功能的电路和机构。例如,录音电平自动控制(ALC)电路、电平指示电路、音调控制电路或图示均衡器、立体声效果电路、自动选曲电路、自动降噪电路、电子调谐的收音电路、快速复制系统、新型运带机构以及使用微型计算机的新型电路等。

现在,磁带录音机的种类繁多,结构、用途、性能等各有不同,因此可以从不同方面进行分类。

按结构形式分类:有立柜式、落地式、台式、便携式、分箱式、袖珍式和车载式等。

按功能用途分类:有收音专用式、录放两用式、多功能组合式(如带有收音机的收录两用机,带有收音机、电唱机等组合音响装置,带有收音机和电视机的录音机,能自录自放的双卡收录机等)以及特殊用途录音(如跟读用录音机、电话录音机)等。

按磁头数量分类:有录音、放音、抹音分开的三磁头式录音机、录放合用和抹音的二磁头式录音机。

按磁头通道轨迹分类:有全轨迹(单迹),磁带录音方向改变的单道双迹、双道四迹、八迹等。

按使用磁带分类:有盘式录音机、卡式录音机和盒式录音机等。

按我国1987年公布的国家新标准GB2019-87,盘式录音机和盒式录音机又各分为A级、B级、C级三种,详见表1.1。

按记录方式分类:有模拟式磁带录音机和数字式磁带录音机(DAT)。通常录音机均指模拟式录音机。数字录音机是新近发展起来的与传统录音机完全不同的一种磁带录音机,将在第八章专门叙述。这里再就模拟式录音机的盘式、卡式和盒式录音机的三种录音机略作介绍。

盘式录音机也称为开盘式录音机,其供带盘和收带盘是各自独立的。带盘由塑料或硬铝材料的盘心和盘架组成,通常使用6.25mm宽的磁带,带速为38.1cm/s、19.05cm/s、9.5cm/s或4.8cm/s。录音或放音时,将卷绕在供带盘上的磁带用手拉出,

表1.1 磁带录音机分类及

分 类					盘 式		
级 别					A级		
性能, 序号, 项目					标称带速(cm/s)		
基本参数					38	19	38
机械性能	1	带速	额定值	cm/s	38.1	19.05	38.1
			允差(不劣于)	%	±0.2		
	2	抖晃率(不劣于)		%	0.08	0.12	0.15
	3	起动时间(不大于)		s	0.5		
	4	倒带时间(不大于)		min	2.5		
	5	倒带停止时间(不大于)		s	3.0		
	6	机械噪声(不大于)		dB	38		
电性能	7	带磁通幅频响应时间常数	f_1	μs	35	70	35
			f_2		∞	∞	∞
	8	参考频率(f_0)		Hz	1000	1000	1000
	9	参考磁平		nWb/m	320	320	320
	10	幅频响应	f_1	Hz	31.5	40	40
			f_2		63	63	63
			f_3		12500	12500	12500
			f_4		18000	16000	16000
			放音通道允差	dB	$f_2 \sim f_3: \leq 2dB$		
			全通道允差		$f_1 \sim f_2, f_3 \sim f_4:$		
	11	信噪比(不小于)	放音通道	dB	66	64	61
			单迹		63	61	58
			双迹				
			四迹		63	61	58
			单迹		60	58	55
			双迹				
			四迹				

基本参数(GB2019—87)

机					盒 式 机			备 注
B 级		C 级			A 级	B 级	C 级	
19	9.5	19	9.5	4.8	4.8	4.8	4.8	
19.05	9.5	19.05	9.53	4.76	4.76	4.76	4.76	
± 0.3		± 1.5			± 1.5	± 2.5	± 3	
0.20	0.25	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.5	计权峰值
0.8								
3.0					2.0			
3.0								
38		48			35	42		A 计权有效值。0dB = 2×10^{-5} Pa
70	90	70	90	120	120			在盒式机情况下, 所给参数适用于 IEC I 型磁带。对于 IEC II、III、IV 型磁带, $t_1 = 70\mu s$
∞	3180	∞	3180	3180	3180			
1000	315	1000	315	315	315			产品技术条件规定
320	250	320	250	250	250			
40	63	63	63	125	40	125		
63	125	125	125	250	125	250		
10000	6300	6300	6300	4000	6300	4000		
14000	12500	10000	8000	6300	12500	8000		
≤4dB		$f_2 \sim f_{31} \leq 4\text{dB}$			$f_2 \sim f_{31} \leq 6\text{dB}$			
		$f_1 \sim f_2, f_3 \sim f_{41} \leq 6\text{dB}$			$f_1 \sim f_2, f_3 \sim f_{41} \leq 8\text{dB}$			
59	57	54	52	50				便携盘式 A、B 级机信噪比允许比规定值降低 4dB
56	54	51	49	47	43			
		48	46	44	55	40	33	
56	54	51	49	47				
53	51	48	46	44	40			
		45	43	41	52	37	28	

分 类					盘 式		
级 别					A 级		
基本参数					标称带速(cm/ s)		
					38	19	38
性能, 序号, 项目							
电 性 能	12	谐波失真	放音通道	电压	%	0.3	
			全 通 道	电压		1.5	2.0
				功率			
	13	通道隔离(不小于)			双迹	26	
					四迹	26	
	14	串音(不小于)			双迹	55	
					四迹	55	
	15	通道平衡度(不大于)	放音通道	电压	dB	2	
				功率			
			全 通 道	电压		2	
				功率			
	16	消音效果(不大于)			dB	75	
	17	线路输入电平		额定	dBm	0	
				最大(不小于)		22	
				最小(不大于)		- 6	
	18	线路输入阻抗(不小于)			kΩ	5	
	19	线路输出电平		额定	dBm	0	
				最大(不小于)		22	
	20	线路输出阻抗(不大于)			kΩ	0.05	
	21	线路负载阻抗(不小于)			kΩ	0.6	

(续)

机					盒 式 机			备 注
B 级		C 级			A 级	B 级	C 级	具有ALC 电路的盒式机测信噪比、失真及消音效果时，应用 250nWb/m 或 160nWb/m 两者之一的同一磁平测量
19	9.5	19	9.5	4.8	4.8	4.8	4.8	
0.5					1.0			
2.0	2.5	3			3	5	7	
		5			5	8	10	
26		26						
26		26			26	26	22	
55		55				50	40	
55		55			60	50	40	
2		2			2	3	3	
					3	产品技术条件规定		
2		2			2	3	3	
					3	产品技术条件规定		
70		60			65	50	40	
0		-10^{-6}			-10^{-6}			
20		0			0			
- 6		- 16			- 16			
5		47			47			
0		- 10			- 10			
20		0			0			
0.05		10			10			
0.6		47			47			
便携盘式 A、B 级机最大线路输出电平允许比规定值降低6dB								

经过磁头（抹音头、录音头、放音头）前的缝隙、主导轴和压带轮等，再卷绕到另一侧的收带盘上。盘式录音机发展较早、近来在家用音响领域被后起的盒式录音机所取代，但由于它在性能指标方面较一般盒式录音机为高，并可进行磁带编辑，因此在专业音响领域或其他特定场合，盘式录音机仍然得到普遍应用。

卡式录音机又称为单盘盒式录音机，最初出现于1958年，它是把磁带的首尾连接起来，装在单盘盒子的一个盘心上，可以循环放音。其磁带宽度为6.25 mm，采用四迹双道立体声或八迹立体声方式。卡式录音机在我国未得到发展和推广。

盒式录音机是磁带录音机中最流行的一种录音机。除了高级盘式录音机外，一提到录音机，一般就是指盒式录音机。现在的非专业用磁带录音机基本上全采用盒式录音机。本书内容也以盒式录音机为主。

盒式录音机是荷兰飞利浦（Philips）公司于1962年首先研制成功的，它的磁带是把供带盘和卷带盘的两个盘心合装在一个盒里。现在国际上已对盒式录音机使用的盒式磁带规定了统一的形状和尺寸（IEC标准），结构也一致，因此互换性极好。通用的盒式磁带的带宽为3.81mm，带速为4.76cm/s，带盒尺寸为100.4mm×63.8mm×12mm。根据磁带厚度（18.13或9 μm）和磁带长度（45、90、135或180m），盒式磁带分为C-30、C-60、C-90和C-120等几种，录音时间分别为15×2、30×2、45×2和60×2 min。

除了这类普通盒式磁带之外，日本和荷兰在1969年前后又研制出带盒更小的微盒式磁带录音机，日本产品的带盒尺寸为50.2 mm×33.5mm×8.15mm，带宽也是3.81mm，带速为2.38cm/s，比普通盒式磁带慢一半，两面录音时间为60min（分钟）。整个录音机体积很小，可以方便地放入衣服口袋内，携带和使用十分灵活。

现在，高档的盒式磁带录音机的性能已相当好，且操作方便，功能多样。为了使盒式录音机性能达到专业用的盘式录音机的水

平，1976 年日本又研制出一种新型的大盒式磁带录音机，带盒外形尺寸为 150mm×106mm×18mm，带宽为 6.25mm，带速为 9.5cm/s，比普通盒式磁带录音机快一倍，两个方向录音时间为 1 h（小时）（EC-60 带）或 1.5 h（EC-90 带）。大盒式录音机中的磁头和磁带的接触方式也有所改进，机器的电声性能比普通盒式录音机高得多。抖晃率 $\leq 0.025\%$ （计权有效值），频率特性在 25Hz~22kHz 范围内 $\pm 3\text{ dB}$ ，信噪比达 62dB。此外，在磁带上还设置了专用的控制磁迹，能实现操作自动化和程序控制。在剪辑方面，由于机器工作时是自动将磁带从盒内拉出来穿绕过磁头和导带系统，因而专业使用时剪辑较为方便。

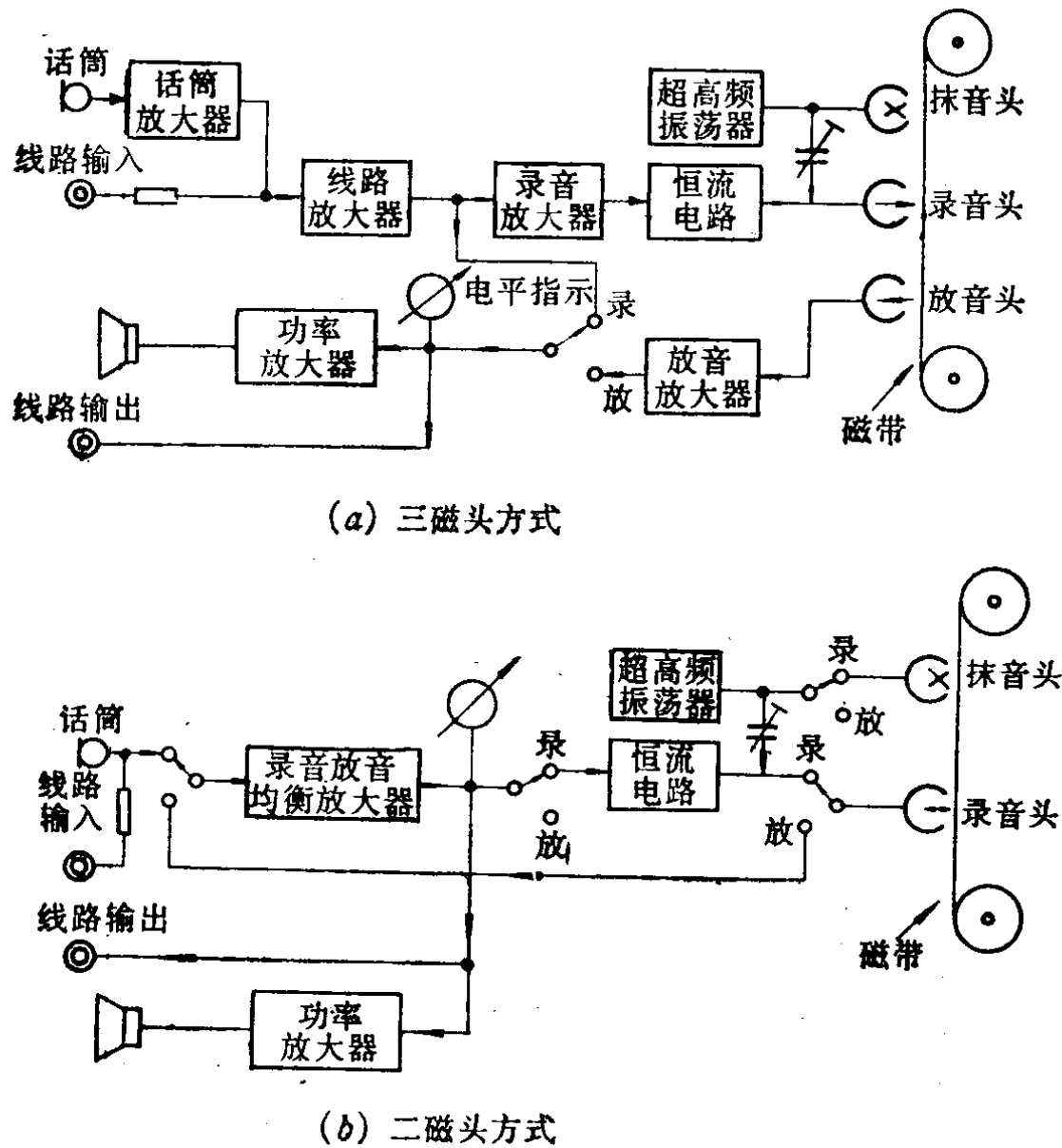


图1.2 录音机的电路组成框图