



〔美〕 罗·伊·拉恩斯坦 著
李 勋 林作坚 译

中国电影出版社

当代录音技术

DG 65/02

当代录音技术

〔美〕罗·伊·拉恩斯坦 著

李 勋 林作坚 译



4012537

当代录音技术

〔美〕罗·伊·拉恩斯坦 著

李 勋 林作坚 译

*

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：240,000

1983年2月第1版北京第1次印刷 印数：1—16,500册

统一书号：15061·184 定价：2.10元

Robert E. Runstein
Modern Recording Techniques

Howard W. Sams & Co., Inc. USA, 1977.

本书根据美国霍华德·W·萨姆斯公司 1977 年版本译出

内 容 说 明

本书是介绍录制流行音乐的设备与技术的专业性书籍，目的是使有关人员熟悉与掌握这方面的理论和知识。

全书共分十三章。前几部分介绍了录音的基本原理和术语，中间几章讲述的是信号处理过程中所涉及的各种录音系统、录音程序及操作技术，最后两章重点介绍唱片录音的理论与实践。

本书可供初学者、录音工作人员和录音师阅读、参考。

003510

序 言

在美国,多磁迹录音室几乎已成为所有流行音乐的发源地,因此引起了许多人的兴趣。当我在波士顿 Intermedia 录音室任总工程师和技术指导期间,这个录音室就接待过简直是络绎不绝的人流,他们都想接受当录音师的训练。不过其中的大多数人仅有的那点资本就是有欣赏音乐的爱好,也许还有某些音乐修养或有关高保真度设备方面的知识。他们都想获悉为自己所欣赏的那些录音节目是怎样录制的,并想像录音师、监制人或录音艺术家那样参与录制工作。

虽然已有几本书谈到了录音和录音室问题,但其侧重点似乎都放在声音的增强、影片上的音响效果以及无线电与电视的播音上。流行音乐的录音即使有所谈到也只不过是顺便地提了一下。本书的目的就是要为初学者、有经验的录音师、录音监制人和录音艺术家填补这方面的空白。

录音师的职责就是在节目监制人和录音设备之间起到桥梁作用。他必须把监制人的思想转变为传声器的布置和电器的调节,并且为艺术家的演出进行高质量的录音。要有效地做到这点,录音师必须精通录音室中每个控制器和每个设备的功能、操作和极限,而且还必须知道如何创造性地运用这些设备来获得理想的结果。

本书在向读者介绍现代多磁迹录音室中具备的那些设备和控制器时,不仅涉及到目前使用的一些操作技术而且指出了它们在生产成品方面所起的作用。了解了书中介绍的情况,再加上对一个具体的录音室中各种设备的配置有一段足够的观察熟悉时间,就能使一个初级录音人员迅速地从观察者成长为助理录音师。那时,

他将能开始操作设备或许还可自己来录一些简单的节目。通过多次录音实践和不断积累控制经验,就可使他走上正录音师的地位。

监制人和录音艺术家熟悉他们在录音室中将要使用到的技术和设备是有好处的。懂得有关声音和录音室的性能及其限度的概念,将使他们能更好地向录音师表达自己的想法,从而创造出更好的录音。就是一些较有经验的录音师也会发现有些课题和技术他们并不熟悉。连锁磁带录音机只是最近才看到在流行音乐录音中大量使用,而磁迹自动并道和四声道唱片则是两个完全崭新的领域。

在第1章中略述了将一个现场演奏的信号复制到唱片中所经历的声学、机械、电学和磁性上的变换。第2章进一步叙述录音中使用的一些物理概念和术语,因为这些都是人们对声波应有的知识。传声器将声能转换成电能是第3章要探讨的课题。

第4章详述磁带录音和磁带录音机各部件和各控制器的功能与操作。第5章是论述信号处理的,它将使读者懂得在流行唱片上所听到的许多特殊效果及其复制方法。在第6章中详述了录音室设备、从传声器到磁带的输入、监听扬声器输出以及调音台上每个控制器的操作。第7章描述了降噪系统,提出了克服现有磁带某些局限性的方法。监听扬声器及其部件以及它们与监听室的相互作用是第8章的课题。

第9章介绍准备工作、操作技术和录音程序、原带配音、混合和一系列录音工作法,可作为新录音师的指南。第10章涉及若干台磁带录音机速度的连锁,并介绍目前市场上两种不同的声道自动合并系统。在第11章中讨论自动化在此领域中的重要性。

唱片录音的理论在第12章中介绍,详述可将信号从磁带转换至唱片上的刻纹机和总调音台。四声道声音和其在两信道唱片上的贮存是第13章要讨论的主题。它将介绍和比较目前在此领域中争夺统治地位的三种编码系统。

罗伯特·伊·拉恩斯坦

目 录

第一章 录音过程..... (1)

引言 声学 与 录音

第二章 声音与听觉..... (13)

波形特性 耳朵 声压级 方向感 波形值
响度级

第三章 传声器..... (37)

电动传声器 铝带式传声器 电容式传声器
传声器阻抗 技术规格 相位调整 传声器的
选择与布置

第四章 磁带录音..... (73)

专业录音机 磁带 录音磁头 放音磁头
均衡 录音信道 选择同步 校准 磁头和
声道的组态 磁带速度

第五章 信号处理装置..... (118)

均衡器 峰形滤波器 高通滤波器 仪表、
压缩器、限制器和扩展器 特殊效果 混响装置
分立反复 改变带速的方法 相位
调整效应 其它效果

第六章 调音台..... (185)

录音 专业调音台 有源混合放大器 多声道
录音

第七章 降噪器(无杂音装置)..... (214)

磁带的局限性 多尔比系统 DBX 系统 伯
温 (BURWEN) 减噪器 数字音频录音 伯温动
态噪声滤波器

第八章 扬声器与监听..... (238)

对扬声器与房间的设置 交叉网络 扬声器定相
监听装置

第九章 录音室录制程序..... (254)

录音 原带配音 声道合并(混缩) 剪辑

第十章 磁带录音机的连锁..... (267)

同步 多卷磁带的同步

第十一章 自动併道(混缩)..... (285)

自动调音台 几种工作状态 扫描 编码和译码

第十二章 唱片的刻纹和压制..... (305)

唱片的刻纹 录音胶片 失真 均衡 翻片
控制台 翻片 压片

第十三章 四声道立体声唱片系统..... (343)

四声道唱片系统 四声道系统

附 录..... (363)

第一章 录音过程

引 言

讲录音过程应从声音的发生谈起。声音是由声波组成的，而声波与向水池里投进一块石头时所看到的那些泛起的水波相似（图 1-1 A）。但在录音室里，传播声波的媒介是空气，而不是水。图 1-1 B 中水的波峰和波谷分别相当于比正常大气压高些和低些的气压级。这些波是一个运动着的物体与空气接触时产生的。这种物体可以是扬声器、某人的声带或使其音箱振动继而又使音箱周围空气振动的吉他弦等。发声物体的运动能使它周围的气压产生与其振动频率和振幅成正比的变化。

波（图 1-2）的频率就是波每秒钟通过其正、负最大漂移值之间的所有数值后再回到其起始值的次数。每一完整的起伏现象称为一周，周/秒的公认单位为赫兹(Hz)。波的振幅就是其在零线上下的高度，这里所指的零线相当于正常的大气压级。

耳朵觉察到这些压力变化的频率和振幅，并对它们分别感知为音调与音量。在录音室中，使人们感兴趣的是用某种方法将这些压力变化贮存起来，以便日后能够再次听到。

为了将波形贮存起来，要用传声器将声波转换为电脉冲；来自传声器的电脉冲经过导线流至一系列放大器和电平控制器，然后输往磁带录音机，在此处录音磁头将电脉冲转换成称为磁通的磁脉冲，并将之加到磁带上。磁带按照磁脉冲在其上面出现的次序将它们贮存起来，这样，日后通过录音机的放音磁头就能把这些电信号还原出来。这些还原的电脉冲可在放音时放大并馈给

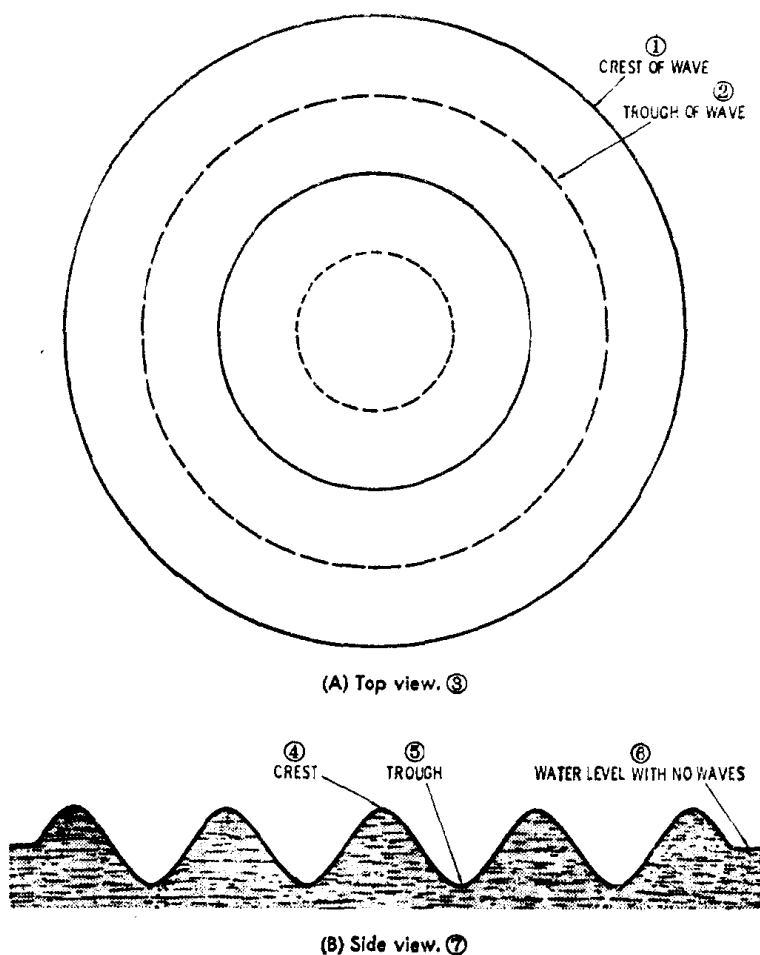


图 1-1 向水池投入一块石头产生的波纹

① 波峰 ② 波谷 ③ 俯视 ④ 波峰 ⑤ 波谷 ⑥ 无波浪时的水平面 ⑦ 侧视

扬声器，扬声器将这些脉冲转换为机械运动，由此依次还原出传声器所感受到的原先的压力变化。另一方式是将来自磁带录音机的电脉冲馈给唱片刻纹机的刻纹头，这样便可将这些脉冲贮存在复以喷漆的唱片（也称胶片——译注）的槽纹里。此喷漆片可用作金属片的模子，而这张金属片是用来模压在唱片商店出售的乙

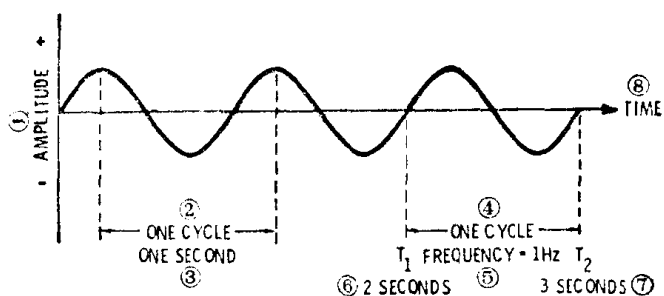


图 1-2 波的一周可以认为是开始于波形的任何点

① 振幅 ② 一周 ③ 一秒 ④ 一周 ⑤ 频率=1 赫
⑥ 2 秒 ⑦ 3 秒 ⑧ 时间

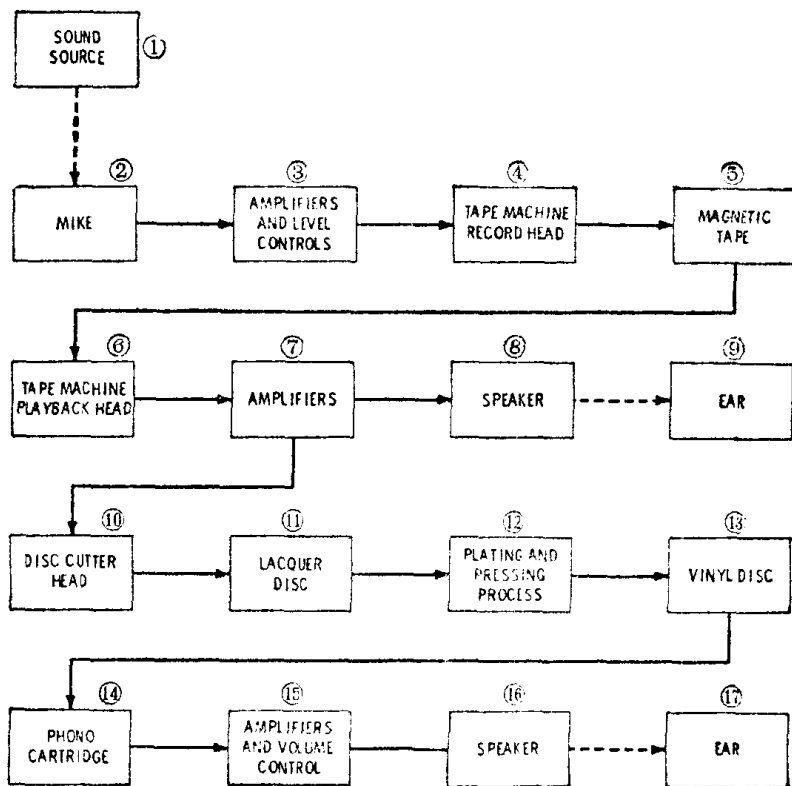


图 1-3 录音过程

① 声源 ② 传声器 ③ 放大器和电平控制器 ④ 磁带录音机录音磁头 ⑤ 磁带 ⑥ 磁带录音机放音磁头 ⑦ 放大器 ⑧ 扬声器 ⑨ 耳朵 ⑩ 唱片刻纹头 ⑪ 喷漆片(胶片) ⑫ 制板与模压工序 ⑬ 乙烯树脂唱片 ⑭ 电唱机拾音器 ⑮ 放大器和音量控制器 ⑯ 扬声器 ⑰ 耳朵

烯树脂唱片的。放送唱片时，唱机拾音器的心座使槽内的唱纹转换为电脉冲，如前所述，此电脉冲依旧可以再经放大并馈给扬声器，从而使乙烯树脂唱片的信号得到再现（图 1-3）。

用来将信号从一种媒质转换成另一种媒质的装置叫做换能器。用于音频方面的最常见的换能器为传声器、录音磁头、放音磁头、唱片刻纹头、电唱机拾音器和扬声器等。表 1-1 示出上述每种换能器将在哪些介质之间进行信号转换。

上述路线是录音中使用的最基本的路线之一。从流行唱片放送出来的每个声音都经过上述的所有部分，只有信号源全部是电子时除外，因为那就可以不用传声器。在过去，唱片录音是直接录在唱片上而不是录在磁带上的，但由于磁带录音的优越性已使这种工艺过程相形见绌了。全部录音过程就是为再现传声器所接收到的信号，若在此过程中使用附加装置，信号就能得到创造性的改进。正确使用这些信号处理装置乃是录音师和监制人的重要职责。

表 1-1 录音室中用换能器来转换能量的介质

换 能 器	从	到
传声器	空气粒子	电子
录音磁头	电子	磁通
还音磁头	磁通	电子
唱片刻纹头	电子	唱片上槽纹的调幅
唱机拾音器	唱片上槽纹的调幅	电子
扬声器	电子	空气粒子

在实际录音期间，可能不只一个声源，而且监制人可能要在各声源之间倾听几个不同的平衡。要做到这点就要相对于传声器将乐器移动到各个不同的位置，以获得理想的平衡（图 1-4）。图 1-4 A 示出同样响度的乐器被传声器接收到的音量相同，因为

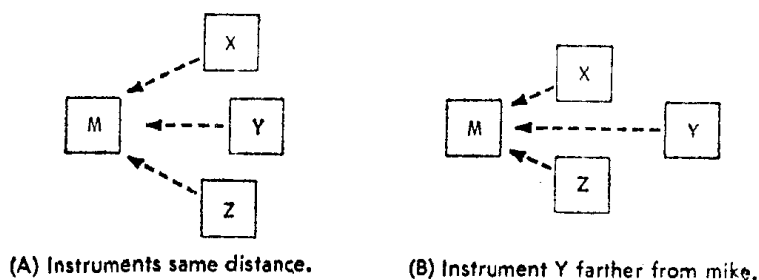


图 1-4 重新布置传声器 (M) 与乐器 (X、Y、Z) 的
相对位置可以获得不同的乐器平衡
(A) 乐器距离相同 (B) Y 乐器距离传声器较远

它们与传声器的距离相等；而在图 1-4 B 中传声器接收到的 X 和 Z 的音量就比 Y 大些，因为 Y 距离传声器较远。

一个省时而且比较灵活的方法是使用若干个传声器和一部混合调音台，这样便可将不同声源的输出以理想的比例结合在一起，使之形成一个混合信号录到磁带上（图 1-5）。调音台音量控制器的位置决定着调音台产生的混合信号中每件乐器的响度。

多声道录音中广泛使用着的另一种方法，就是将每个传声器

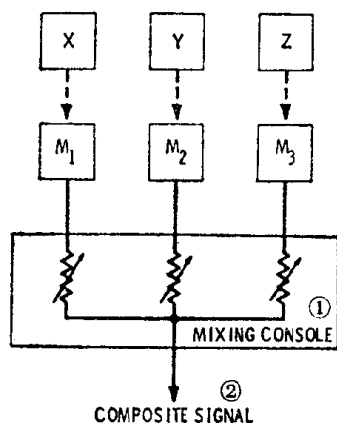


图 1-5 用几个单独的传声器和一部混合调音
台控制乐器的平衡

① 混合调音台 ② 混合信号

的输出分别贮存在多声道磁带的一条单独的信道中。这些分离的信号可在日后以适当的比例结合在一起（图 1-6）。

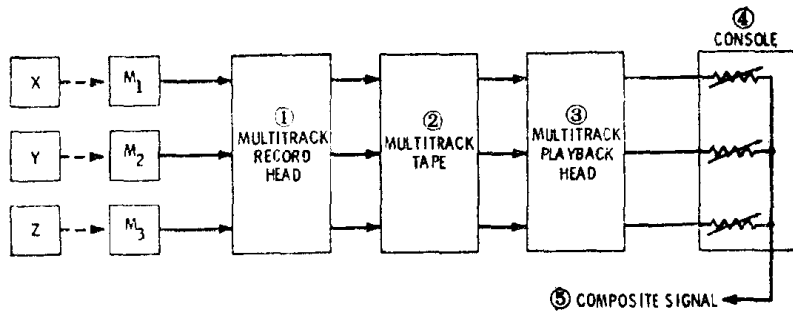


图 1-6 将各乐器分别录在多声道磁带的各条声道上以获得各乐器间的平衡

① 多声道录音磁头 ② 多声道磁带 ③ 多声道放音磁头 ④ 调音台 ⑤ 混合信号

声学 & 录音

声音发出后，其周围环境对于耳朵对声音的感觉影响颇大。因此，产生了两种主要的录音方法，第一种方法是把环境作为乐器声的一个部分，而第二种方法则企图尽可能减少环境对声音的影响。

声音发出后呈弧形波离开声源（图 1-7），它的角度取决于声源的性质。有些声音没有遇到任何障碍直接到达听者的耳中，而有些声音则首先到达周围物体的表面。如果这些表面是硬的，就会把声波反射出去，这些反射声波中的一部分就会到达听者的耳中（图 1-8）；如果这些表面是软的，而且能把声波吸收掉或者能让声波通过，那么反射到听者耳朵里的能量就很少。

气温为华氏 70° 时，声音以每秒 1130 英尺的恒速在空气中传播。以直线传播的声波沿着最短的距离首先到达听者的耳中，这种声波就叫做直达声。那些碰撞在周围物质表面的声波必须传

播较远的距离才能到达听者的耳中，因此它们的到达后于直达声波。这些声波形成的声音称为反射声，它除了延迟之外，还可能是从不同于直达声的各个方向到达的，由于路程较长，耳朵听到声音时，甚至声源已经停止发出声音。

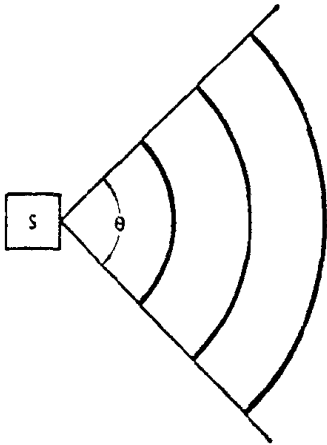


图 1-7 声波以具有 θ 角的弧形离开声源。S 声源

高反射面在每次反射中，吸收声波的能量甚少，因此在声源停止发声后，能使声音比消耗声波的高吸声面持续更长的时间。声源停止发声后依然持续的声音称为混响，混响实际上是原始声一系列回声的组合，这些回声到达的时间是如此之接近，以至于耳朵也无法把它们分辨出来。

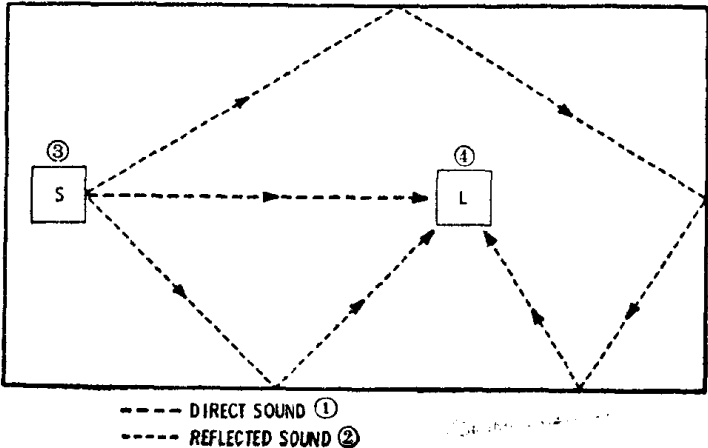


图 1-8 在一个围闭空间内，有些声音被周围表面反射后才到达听者的耳中

① 直达声 ② 反射声 ③ 声源 ④ 听众

声音下降到其原始声压级的百万分之一所需的时间称为衰变或混响时间。一个房间的吸声特性决定着它的混响时间的长短。

耳朵能够识别这种混响时间并利用这种信息来判断周围表面的硬度，而且还能根据听到原始声和听到第一次反射声之间的时间差来确定房间的大小。听者越走近声源，直达声所走的路程就越短，因此声音也就变得越响；而反射声由于所经的路程变长，所以声音也就变得越弱（响度变化与距离声源的平方成反比）。直达声与反射声的比率使听者能确定他与声源之间的距离。因此，房间的表面越坚实，混响时间就越长；房间越大，首次反射的时间就越晚；听者离声源越远，混响声与直达声成正比的量也就越大。

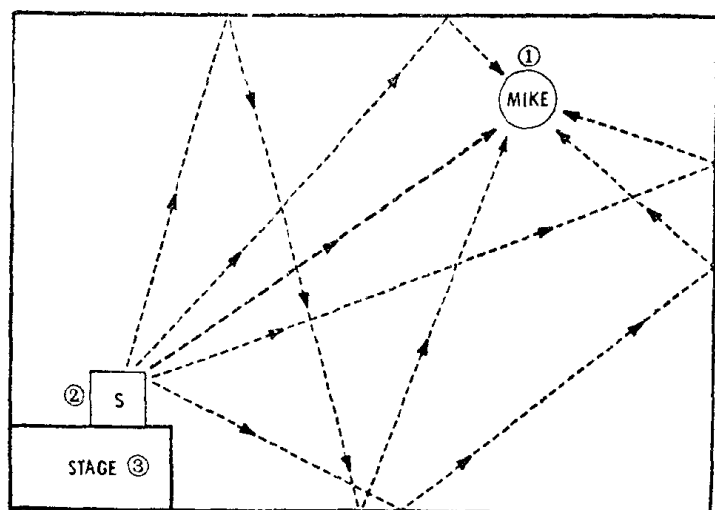


图 1-9 远离声源的传声器接收直达声与反射声的情形

① 传声器 ② 声源 ③ 舞台

传统的录音方法非常注重于录音所在厅、棚的混响时间或它们的环境条件，这是因为器乐的音乐效果取决于各种乐器声到达演奏厅内听众的方式。演奏厅通常都是表面坚实的大厅，而且听众坐在与演奏者保持有一定距离的地方，这样首次反射前的时间、混响时间和反射声与直达声之比均很大。为了保持这些特点，传统录音法通常只用两个传声器悬挂在乐队前面一定距离的上方，并且只是当需要进行正确平衡时，才在独奏者或特殊乐器组

的前面安放近距离传声器。由于这两个主传声器与声源均有一定距离，因此它们既接收直达声也接收部分反射声(图 1-9)。四声道的传统录音法通常在靠近大厅的后面安放两个以上的传声器，主要用来接收残响，以便在四声道听众的家里再现音乐厅的空间特点。

另一方面，在两声道或四声道流行音乐录音中，即使是制作成品也常常希望分别控制每件乐器的位置和音量，而且还常常希望对乐器的位置与平衡推迟到录音后的某个时候再作处理，以减少乐队因排位与调节平衡而停留在录音棚的费用。为了分别控制各乐器的平衡，要使用多声道磁带录音机，并将要进行单独控制的每一种乐器或每一组乐器分别录在录音机的单独信道上。

由于大多数乐器通常都是在相同的时间和相同的房间里演奏，让演奏者之间可以进行音乐交流，这样就会出现两个问题。首先是接收一种乐器声的传声器可能也会将另一种乐器的直达声或反射声接收进去(图 1-10 A)，于是就会产生音量相互干扰和频率相互抵消的问题；其次是，一种乐器的反射声可能会被它自己的传声器所接收，因此就限制了乐器在最后混录中的空间位置(图 1-10 B)。

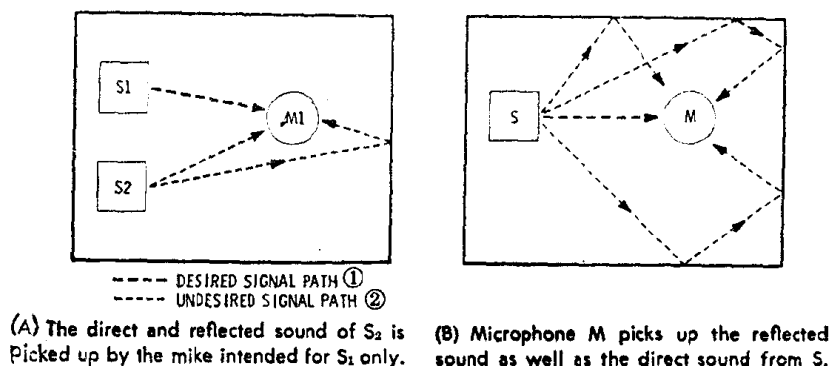


图 1-10 能够接收反射声的方法

① 所希望的信号路线 ② 不希望的信号路线 (A) 只接收 S₁ 的传声器也接收 S₂ 的直达声和反射声 (B) 传声器 M 既接收 S 的直达声也接收 S 的反射声