

北京电子学会
广播电视专业委员会首届学术年会

论文集

(下)

1982.8

广播电视专业委员会首届学术年会论文集

目录(下)

电声技术部分

- 1、厅堂内电声系统的进展.....(1)
- 2、关于运用声像移动器录制两声道立体声音乐
节目的探讨.....(12)
- 3、厅堂扩声系统设备的配接关系.....(28)

电视中心应用电视技术部分

- 4、有关电视摄像机的几点讨论.....(40)
- 5、共集,共发恒流隔离末级视频输出放大器.....(63)
- 6、电视监视器视频通道设计综论.....(73)
- 7、精密监视器隔行扫描的探索.....(82)
- 8、电视自动跟踪中的视频处理.....(86)
- 9、软色键系统的研制报告.....(95)
- 10、旋转特技“键发生器”.....(119)
- 11、新型电教设备—微型计算机录像机辅助教学系统.....(129)

结构工艺技术部分

- 12、HH60—C₁ 活动焊锡丝研制,生产使用报告.....(133)
- 13、兰石棉研究应用—615防腐漆.....(161)
- 14、元件引线保持可焊性的机理探讨.....(181)

厅堂内电声系统的进展

沈 豪

(中国科学院声学研究所)

我们都有这样的机会，坐在一个大厅内听报告、看戏或者听音乐。每个人都要求讲话清晰，音色优美，声音丰满而有力。在大厅内发声时，声音的传播受到房间边界面的限制，由于各表面对声音反射的能力不同，经过反复反射后就会呈现复杂的声音干涉现象。这种干涉现象影响了房间的听闻条件。房间对声音有什么影响呢？主要是引起反射声，改变语言和音乐的瞬态特性，增加了声能密度并改变声音在室内的空间分布，有时在一个大厅内听报告倒是很清楚，但观看节目却不满意，这种情况表明厅堂用作讲演和演出音乐所要求的音质是不同的。在会议厅和剧院中，语言可懂度是主要的，而对于音乐厅则希望获得优美而丰满的乐音。当然对于某些专用的厅堂可以设计得具有符合演出节目要求的音质。但是实际上大部分厅堂是多用途的，不但开会使用，也要演出戏曲、音乐，更多的是放映电影。对于这种多功能厅堂，建筑师只能采取折衷方法来设计它的音质，既照顾到听报告清楚，也保证演出戏曲和音乐时有较好的音质。这种折衷方法虽然照顾了大厅的各种用途所要求的音质，但严格说来，对于每一种用途，大厅的音质都令人不太满意。怎么办呢？答案非常简单，多功能厅堂的声学特性最好能够按照演出节目的要求进行调节。在实践中，人们已经知道一个大厅的音质与大

厅的形状，每个听众所占的容积，大厅内表面对声波吸收和扩散等特性有关，而这些因素决定于房间内的建筑处理。改变大厅内部的装饰，可以改变大厅的音质，但这个方法行不通。人们开始试用电声设备来校正厅堂内某些音质缺陷。例如，大厅中如果声音不够响，可以安装扩声系统。随着近代电声系统的发展，电声设备的质量有了很大的改进。重发声音的音质越来越接近自然声的音质，从而使厅堂内的电声设备得到广泛使用。但是声音的重发象摄影一样，它既是技术也是艺术。因为音质涉及到人们的主观感觉，一旦了解人是怎样听声音，那些因素影响音质，就不但能够用电声设备校正厅堂音质，而且可以进一步控制音质，使大厅的声学特性能够根据演出节目的音质要求来调节。本文在回顾厅堂内电声系统进展的同时重点介绍一些近年来国外采用的新技术。希望国内各类厅堂音质在实现四个现代化的过程中能够满足各族人民的需要。

一、放声系统

放声是把贮存起来的能量重新转变为声能而重放出来的技术。放声的基本问题是把声能均匀地向听众区辐射。家庭用的放声系统只需要一只扬声器或一组高低音扬声器。但在广场、公园、大厅内播放录音时由于听众较多，服务面积很大，因而必须使用各种扬声器组合并作适当布置以使所有听众区域内获得均匀的声场。

对放声系统的要求是：(1)保证所要求的声压级以及较小的声场不均匀度；(2)对于语言信号，室内放声系统应该使听众区的声压级为68~74分贝；对于音乐信号，平均声压级可再提高5~10分贝；(3)声场不均匀度的允许数值大约为6~10分贝；(4)多个扬声器产生的声场不应有回声感觉。对于电声系统的质量指标应按照

不同等级满足部颁标准所规定的技术特性。

大面积放声用的扬声器存在着大功率和高质量的矛盾。通常，直接辐射式扬声器的音质较好，但功率小；而喇叭式扬声器则功率大，音质差。如果使用扬声器组合就可以具有功率大，指向性强和宽的频率范围。因此厅堂内的电声系统常常用指向性辐射系统。例如声柱、声环和方阵等。声柱是由多个直射式扬声器排列成直线或曲线组成，其优点是结构简单，功率容易控制，指向性强，频率范围宽。声柱的垂直指向性的计算和测量表明，它介于点声源组和线声源的指向特性之间。由四只12.5瓦直射式扬声器组成的声柱，其主瓣辐射角约为 25° ，在400赫和1000赫频率的指向性因数分别为7.5和16.5，在10米处的声压级大约为96~99分贝。声环是由多个直射式扬声器均匀排列在圆周上，在频率1000赫以下时，它的指向性接近于同相位等强度的环形声源的指向性。

室内安装放声系统时除了直达声场外，还叠加了由于室内多次反射形成的混响声场。混响声可以减少室内声场的不均匀度，但是混响过程会降低语言可懂度，因此应该使听众处的直达声不比混响声低12分贝。室内放声系统可以使用集中式和分布式。集中式系统的扬声器通常装置在讲台口两侧，而分布系统的扬声器则可以装在大厅的天棚上，两侧墙上或者厅内听众的座椅背上。

二、扩声系统

在大型厅堂内，若自然声源的声功率太小，就需要装置室内扩声系统，它包含一个或两个传声器，一台扩音机和若干个扬声器。通常对于容积超过3000立方米的大厅应该装置语言扩声系统，音乐的体积大于20000立方米也应该装置音乐扩声系统，即高质量的

电声系统。纵观国内外新建大厅，除了少数音乐厅外几乎都安装了电声设备。可以这样认为，厅堂中电声设备是厅堂音质现代化的标志之一。

扩声系统的声场功率原则上可以满足听众的要求。对于听报告的语言扩声系统还要求听讲话清晰、没有声反馈，看到的声源方向与听觉印象一致。在听报告时有时会感觉到声音很响，但内容听不清。这种情况是由于厅内混响时间太长引起的。所谓混响时间就是一个声音在厅内停止发声后声能衰变到原始值百万分之一所需要的时间。混响时间太长，前后声音叠加就会使它混淆不清。为了改进语言可懂度可以采用指向性扬声器，加强由扬声器直接到达听众的那部分声音。此外，低频率声音对语言可懂度没有益处，因此在扩声系统中可以用低通滤波器滤掉250赫频率以下的低频信号。

1. 扩声的特点和要求

扩声系统的特点是声源和放声用的扬声器处在同一地区，在接收信号的同时向听众播送。因为传声器和扬声器处在同一区域内，所以经过放大并由扬声器辐射的声音会反馈到传声器，因而引起频率畸变和再生混响干扰或啸叫，这是扩声系统中的一个主要声学问题。

扩声系统的一个特例，即声反馈系数为零就是放声系统。因此扩声系统要求的扬声器特性和布置都和放声系统相同。为了保证正常工作，扩声系统应该远离自振点，一般至少要有6分贝的稳定度并且使听众能毫不困难地把声象和形象联系起来。

2. 抑制声反馈

声反馈是大厅经常遇到的扩声系统故障。正当在大厅内安静地

听报告时，突然产生嗡嗡声，严重时就啸叫起来，无法再听报告。这时如果减少扩大机的增益，虽然抑制了声反馈但又会觉得响度不够。因此只能在保证需要响度的情况下另想办法。通常可以用指向性传声器，均衡传输响应等方法来抑制声反馈。对语言扩声为主的小型厅堂，若采用分段均衡法，用125~8000赫范围内三分之一倍频程信号测量后插入均衡网络，大约可以使扩声系统增益提高3分贝。加强传声器的指向性可以减小室内混响声的影响，从而提高系统工作的稳定性。经验表明，用心形指向性传声器和无指向性传声器相比，可以使扩声系统的稳定度大约提高4分贝。但是效果比较好的方法是在扩声系统中插入频移器，国内外一些大型厅堂都已经使用。当扩声系统中没有频移器时，系统最大允许增益取决于传输响应的最高峰，相应于最高峰的回路增益必须低于零分贝。有频移时，系统的稳定性取决于传输响应的平均增益，如果回路的平均增益仍然低于零分贝，则系统将是稳定的。所以频移法允许的扩声系统增加的增益等于传输响应上极大增益与平均增益的差值。最佳频移量等于传输响应上各峰和相邻谷之间的平均距离。如果信号每次经过频移器使信号的频率偏移一个数量，等于 $4/T$ 赫，其中 T 是大厅的混响时间。这样就可以抑制扩声中的声反馈并且使厅内声级提高6分贝。但是频移器使低频信号受到频率调制，能够听出来，所以不受音乐家们欢迎，它只能用于语言扩声系统。最近国外采用调相器来抑制声反馈，相位调制指数为1.4~2.4，相位调制频率为1赫，可以使厅内声级提高4分贝。调相器也可以用在音乐扩声系统中，即使有经验的音乐家也不会听出音质有变化。

在室内扩声系统中，增加传声器的数目会增大声反馈。若在混

响场中增加一只传声器，则放大器输入信号增加3分贝，为了保证扩声系统稳定工作，它的总增益应降低3分贝；使用四只传声器，则总增益会降低6分贝。

3. 不要使人感觉到电声设备在工作

电声设备可以改善厅堂音质，但人们却不喜欢它的存在。当扬声器辐射的声音很响时，就会使听众感觉到声音不是来自舞台，而意识到扬声器在工作。为了克服这个缺点，听起来更自然些，可以在扬声器通路内插入5~15毫秒的延时器。这时只要厅内各个座位上听到的自然声源的声音先到达，那末即使扬声器的声音比自然声源的声音高8~10分贝，人们仍然会感觉到声音是从自然声源的方向传来的。

三、立体声扩声系统

使用单通路扩声系统对声源的方位感觉是依靠视觉帮助判断，因此声象的感觉不象人们直接用两耳来听那样逼真，特别是声源移动时更是如此。只有立体声系统才能恢复这种听觉上的定位能力。在厅堂中用三通路立体声系统具有一些特点，例如扬声器放在舞台上，使厅内声场分布均匀。判断方位感误差最小的位置在垂直于舞台的厅堂中心线位置上。厅堂中使用立体声系统也会引起一些新问题。例如由于扬声器位置过高，可能引起方向判断误差以及视觉与听觉形象不符合。此外声反馈会更严重。目前立体声系统主要用于宽银幕电影院的放声系统中，已经采用的有三通路和五通路两种立体声系统，这样不但恢复了听觉的定位能力，而且具有声源运动的真实感。

四、人工混响系统

调节室内混响时间的经典方法是使用可变吸声器。这类方法的主要缺点是混响时间变化范围窄，调节不方便。近年来高质量电声放大和录音设备已允许用电子学方法调节混响时间以满足多功能厅堂的要求。在广播系统中，也可以用人工混响系统来改善播音室的要求。

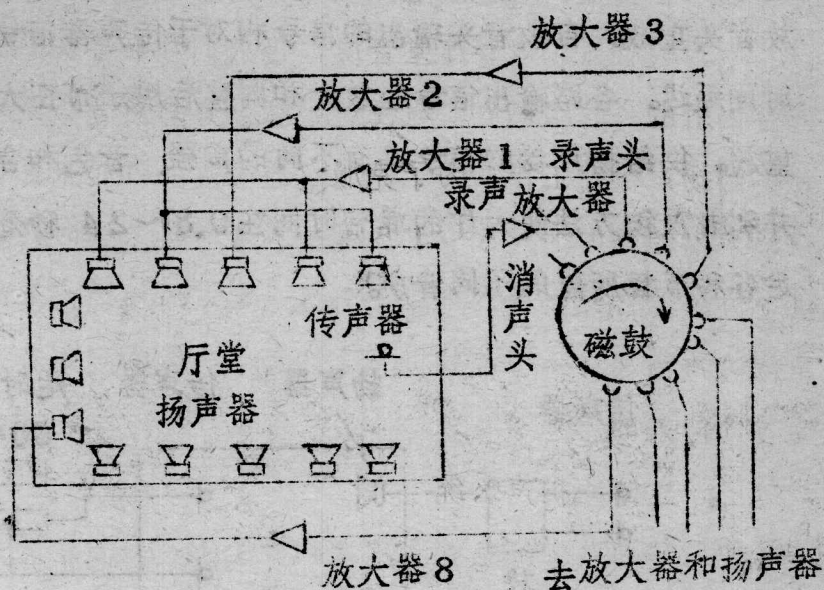
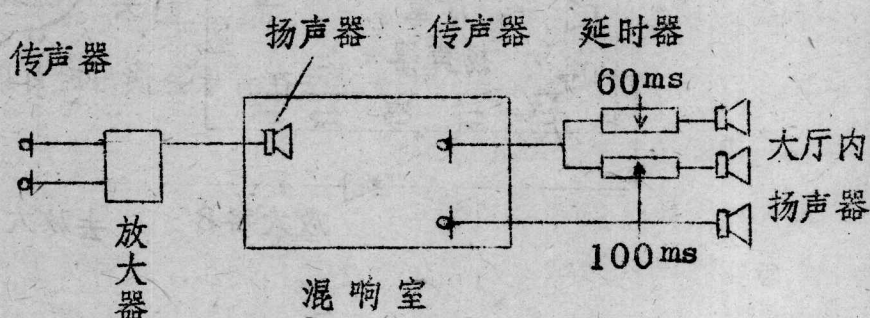


图1. 立体混响系统

质量。因此人工混响系统是控制厅堂音质的方法。它使直达声与混响声分别产生和受到控制，并经过多个扬声器来重放。人工混响系统设计的基本原则是：(1)直达声使舞台或乐队席的表演有立体感，并保证声音清晰；(2)混响声和它的音色、扩散度和混响构成厅堂的声学特征；(3)反射声的延迟超过50毫秒会影响语言可懂度，(4)反射声的延迟形成对厅堂空间大小的感觉；(5)直达声与混响声之间比例决定听者对距离的印象。

1. 第一套立体混响设备

1954年第一套立体混响系统安装在荷兰飞利浦剧院使用，由一台磁混响器来控制大厅内的混响时间。这种立体混响系统如图一所示。传声器接收的信号由录音头先录音，录下的声音相继经过四个放音头重放。自放音头输出的信号相对于传声器信号就具有不同的时间延迟。各路输出信号经放大和调整后用分布在大厅内的扬声器重放。供给扬声器的信号具有不同的声强、音色和合适的时间延迟并利用反馈方法使大厅的混响时间在 $0.8 \sim 2.4$ 秒范围内调节以满足各种节目所需的不同音质。



图二、用混响室的立体混响系统

应该注意，扬声器的位置对立体混响的有效性和混响质量影响很大。通常并不需要用大量扬声器来叠加混响信号，因为扩散效果是主观感觉而不是客观声场的属性。实际需要的不是声音从许多方向入射，而是要求扬声器辐射不相干信号。所以磁混响器有几个输出端给出不相干的声信号。当然为了使每个听众听到的声音大体上来自不同方向，扬声器的数量应该比不相干信号的数量多些。

2. 用混响室的立体混响系统

立体混响系统中的磁混响器可以用混响室代替。在这样的系统

中，传声器接收的信号馈给放在另一间混响室内的扬声器重放，混响室具有需要的混响时间和频率特性并且可以调节，其容积小于100立方米。在混响室内再用几个传声器拾取混响信号，传声器之间有一定距离以保证接收的信号不相干。这些信号经放大后馈给大厅内的扬声器重放，如图二所示。

用混响室的立体混响系统已经成功地用在西德法兰克福市供音乐演出的多功能厅堂。大厅的容积为75000立方米，具有直径为76米的圆柱形侧墙和球形屋顶。为了防止回声，屋顶与侧墙都作强吸声处理，自然混响仅1秒。因此使用混响室增加大厅的混响时间，在混响室内两个分开放置的传声器拾取信号馈给分布在大厅天花板与侧墙内的90个扬声器。这种方法在音乐会演出时可以把厅内混响时间增加到1.6~2秒。

3. 用声反馈调节混响

用声反馈的混响控制系统很早就已提出，这种方案很简单，不需要混响器。它利用信号在增益小于一但不比一小很多时的再生现象。使用两条反馈回路在容积2000立方米剧院内调节混响时间获得很好的效果。据报导，剧院中的中频率混响时间可以连续地从1秒增加到1.8秒，并且厅内的声级提高1分贝。人工混响的染色效应可以用调相器来消除，也可以采用许多通路来减少它，例如在西德斯托克福的音乐厅装置的系统包括54个动圈传声器和104个扬声器，能够把厅内混响时间从2.1秒增加到2.9秒。系统的音质良好，没有偏见的听众是感觉不到有电声系统在工作。

4. 受援共振系统

受援共振系统也是利用声反馈来调节大厅内混响时间，但它与

前述系统不同，每条通路不是宽调带的，只管很窄的频带。因为每条通路的放大量和相位都可以单独调节，故避免了染色效应。每条通路的传声器和扬声器只工作在很窄的频带内，不需要高质量电声器件。受援共振系统首先用在英国皇家节日音乐厅。这个大厅专作音乐厅用，体积为22000立方米，座位共3000个。建成后感到混响时间偏短，因此装置了调节混响时间的电声设备。

在这种系统中，每条通路包括一个用声共振器调谐于窄频带的电容传声器，一个移相器，一个非常稳定的放大器和一个扬声器。在低于100赫频率，扬声器用四分之一波长管调谐于给定的工作频率。每条通路的扬声器和传声器装在天花板上，位于给定的简正振动方式的节点处。一共有172条通路，复盖的频率范围从5⁸赫到700赫。通路的频率间隔，低频时为2赫，中频时为3~4赫，300赫以上用5赫。

最近几年，受援共振系统调节混响时间也使用于美国的一些大厅，但对通路数量的考虑不采用恒定频率间隔，而选用恒百分比的频率间隔，即用三分之一倍频程的频率间隔。在1000赫倍频带内试听过，没有发现染色效应。这样减少了高频段需要的许多通路的要求，主观感觉并没有不良效果。表一给出几个厅堂内采用受援共振系统的通路数量。

表一、 受援共振系统的通路数

频率范围，赫	通路数量			
	皇家音乐厅(英)	YorK(英)	Concord(英)	Scottsdale(英)
70 - 140	36	18	14	12
140 - 280	39	18	17	15
280 - 560	60	18	21	18
560 - 1120	—	18	27	27

五、语言同声传译系统

在多民族国家中召开民族代表会议，或者在国际会议上，代表们使用不同的语言会影响会议效果。如果在大厅内装置语言同声传译系统（俗称译意风）就能使代表们直接听取大会发言，也可供演出少数民族戏剧用。

实现同声传译的方法有两种，一种是在听众处装设一对插孔，按照需要供给某种语言，另一种是装置一对插孔和一个选择开关，听众按照需要选择某一种语言。这种方法是用线路传输各种语言信号的，故称为有线同声传译系统。其缺点是听众不能离开自己的座位。更方便的是使用无线同声传译系统，载波通常用超短波。听众使用微型接收机，利用选择开关选需要的语言。这样听众不但可以在走动时听大会发言，甚至可以在大厅周围休息室内听报告。无线同声传译系统的缺点是保密性差，当然也可以同时混响使用这两种系统。曾经使用过一种利用磁场直接感应式的同声传译系统。它利用低频电磁感应，不需要调制和解调，使接收设备大大简化，利用不同极化方式，可以有多路节目供选择。近年来使用红外线来代替无线电波，红外线同声传译系统的使用加强了其保密性。此外由于双耳听觉立体声的发展和高质量耳机的研制成功将使同声传译系统的音质显著提高，有可能使用于文艺演出。

六、结束语

上面介绍了怎样用现代电声设备来校正与控制厅堂音质的技术。大厅的音质可以按照演出节目的要求来调节。但是必须强调指出，用电声设备获得的效果在很大程度上决定于大厅内的原有音质，因此电声设备的使用决不意味着不需要仔细设计房间音质，而是要求

在房间音质设计过程中充分利用近代电声技术所提供的手段和方法。因为在建筑上调节厅内混响时间是笨重而昂贵的，但用电声技术来调节厅堂的音质却是合理的，并且使用灵活方便。

关于运用声象移动器 录制二声道立体声音乐节目的探讨

中国农业电影制片厂

陈 德 立

前 言

目前双声道立体声音乐节目录音的拾音方法种类繁多，基本上可以归纳为以下几种：

- (一) AB制立体声拾音方法(包括ORTF方法)。
- (二) XY制立体声拾音方法。
- (三) MS制立体声拾音方法。
- (四) 假人头立体声拾音方法。
- (五) 多传声器，点声源拾音，运用声象移动器进行立体声，声象定位的方法。(简称声象移动器方法或Pan Pot法)。

前四种方法各有其优缺点，不少文章已广泛作了介绍，这里不再

叙述。本文的主题是介绍如何使用第五种方法，进行双声道立体声音乐节目的拾音与录音。实践证明这种方法，不仅可以直录成两声道立体声节目。如果与多声道录音技术相结合，能显示出更多的优越性。近两年来，我们在录制的400多首立体声音乐节目当中，百分之八十是采用这种方法。我们过去曾认为完全采用第五种方法，不能或不适于录制大型古典的交响音乐。但是事物是发展的，在1981年10月，我们与美国RCA公司，录音工程师Paul Goodman，先生合作录制中央乐团演奏的，“拉哈马尼诺夫”和“柴考夫斯基”的钢琴协奏曲时，他确完全采用的是第五种方法，录出来的效果也很不错。在技术交流座谈会上，他又详细介绍美国有很多人为什么喜欢用这种方法的经验和体会。关于这次完全采用Pan Pot法，录大型交响乐队的具体技术，将在本文讲到第一种工艺时，做为一个录音实例加以介绍。

下面先从运用这种方法的拾音原理谈起，其次再讲与其相关的三种录音工艺，并对其优缺点，进行一些简要的分析和比较。

声象移动器的构造及其工作原理

声象移动器，又称全景电位器(Panoramic Potentiometer)简称(Pan Pot)。是由两个严格同轴转动的电位器组成。凡现代立体声录音用调音台，无论大小在每个通道中都设计有这种声象移动器，其阻值变化规律有多种，如直线式，对数式，和指数式等。下面以调音台上常采用的指数式为例，说明其工作原理。见幻灯片6、7，图(a)为其基本电路，图(b)是其阻值变化曲线；

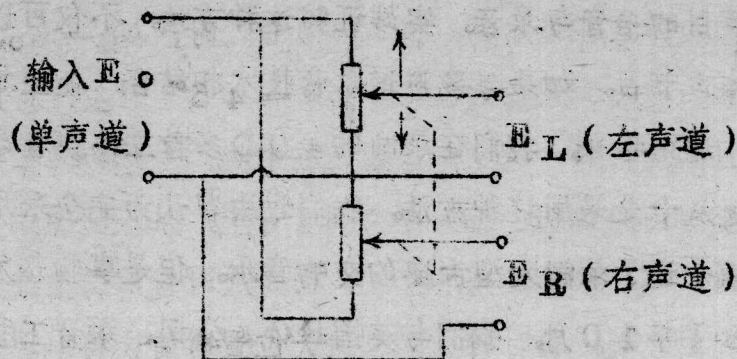


图 a

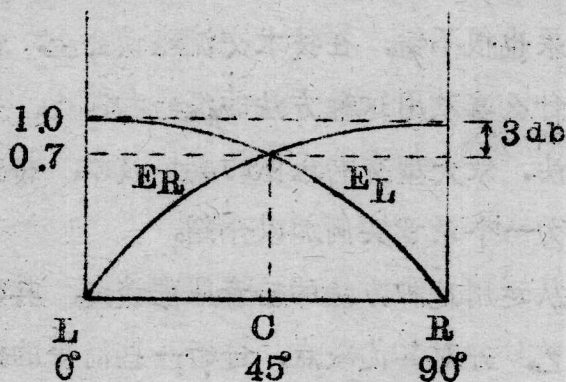


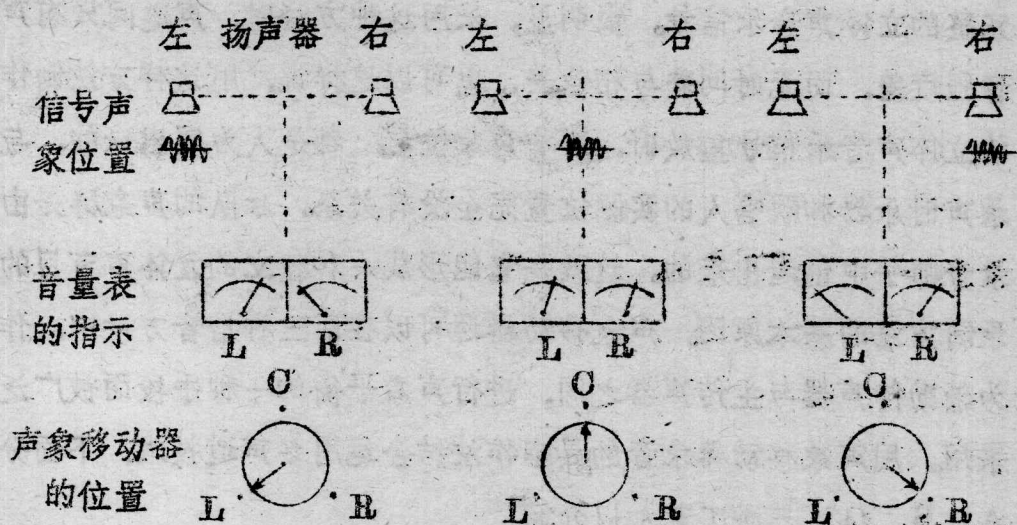
图 b

从上图可见， E_0 是输入的单声道信号， E_L 、 E_R 是经过声象移动器后分配到左、右声道的信号。因为这两只电位器是严格同轴转动的，当其中一个阻值按正弦函数增大时，另一个阻值则按余弦函数减少。两者的阻值，决定了左、右声道分配到的电压 E_L 、 E_R ，它们之间的关系可用下式表达：

$$E_L = E_0 \cos \theta$$

$$E_R = E_0 \sin \theta$$

式中， θ 为声象移动器转动角度。当 $\theta = 0$ 时 $E_L = E_0$ ，只有左声道信号，重放声象在最左端。当 $\theta = 90^\circ$ 时， $E_R = E_0$ ，只有右声道信号，重放声象在最右端。当 $\theta = 45^\circ$ 时左、右声道中都有信号，且强度相等，因此声象出现在中央。上述的解释是按图 6 所绘制的坐标图来说明。但实际在调音台上，从正面操作声象移动器的旋扭时，其转动角度并非如此，而是反时针旋转至最大位置时信号将出现最左端。顺时针旋转至最大位置时信号将出现在最右端，如果放在中心位置，信号则出现在中央。如下图所示：



由于每个声道的输出功率与输出电压成正比所以：

$$\text{左声道输出功率} \propto \cos^2 \theta$$

$$\text{右声道输出功率} \propto \sin^2 \theta$$

$$\text{而 } \sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

所以，不管 θ 值为多少，也即是不管声象移动器调节旋扭置于什么