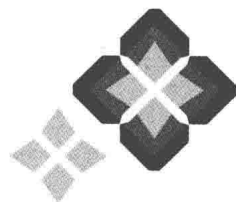


录音技术

朱伟 陈即第 孙泓 著

录音艺术专业『十二五』规划教材

中国传媒大学出版社



录音艺术专业“十二五”规划教材

录音技术

朱伟 陈即第 孙泓 著



中国传媒大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

录音技术 / 朱伟, 陈即第, 孙泓著. —北京: 中国传媒大学出版社, 2017.6
录音艺术专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5657-2006-2

I. ① 录… II. ① 朱… ② 陈… ③ 孙… III. ① 录音—技术—高等学校—教材 IV. ① TN912.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 115273 号

录音艺术专业“十二五”规划教材
录音技术

LUYIN JISHU

著 者	朱 伟 陈即第 孙 泓
责 任 编 辑	姜颖映
特 约 编 辑	魏 征
装帧设计指导	吴学夫 杨 蕾 郭开鹤 吴 颖
设 计 总 监	杨 蕾
装 帧 设 计	刘鑫等平面设计创作团队
责 任 印 制	阳金洲
出版发行	中国传媒大学出版社
著 者	北京市朝阳区定福庄东街 1 号 邮编: 100024
电 话	86-10-65450532 或 65450528 传真: 010-65779405
网 址	http://www.cucp.com.cn
经 销	全国新华书店
印 刷	北京玺诚印务有限公司
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	18.5
字 数	400 千字
印 次	2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5657-2006-2/TN·2006 定 价 58.00 元
版权所有	翻印必究 印装错误 负责调换



中国传媒大学“十二五”规划教材编委会

主任：苏志武

编委：（以姓氏笔画为序）

王永滨 刘剑波 关玲 许一新 李伟

李怀亮 张树庭 姜秀华 高晓虹 黄升民

黄心渊 鲁景超 蔡翔 廖祥忠

录音艺术专业“十二五”规划教材编委会

主编：李伟

编委：王珏 雷伟 王鑫 朱伟 李大康



声音的记录已经走过了百余年的历程。从最初爱迪生发明的圆筒式留声机，到目前的硬盘多声道记录设备，乃至声音固态存储记录设备，声音记录技术几乎每四分之一世纪便发生一次根本性的变革。

本教材以声音的拾取、记录到重放这一电声链路（即声音的拾取、所拾取的电声信号分配及电平调整、信号的处理，以及声音的重放）为主线，系统地阐述了其间所涉及的电声器件和设备的基本工作原理及其在录音中的应用。

本教材是在笔者 2003 年编写并由中国广播电视出版社出版发行的《录音技术》的基础上重新编写的，该书一直是中国传媒大学录音艺术专业的专业课指定教材。次年该教材被广播电视总局评为优秀科技类（著作类）成果二等奖，并多次再版，受到广大读者的褒奖。

近些年来声频技术的发展势头十分迅猛，拾音、控制与处理、重放、信源和信道编码及传输等方面都发生了非常大的变化，原教材的内容已落后于行业的发展步伐，急需进行修订。适逢中国传媒大学出版社的精品教材出版规划，笔者十分荣幸地见到该出版规划能将本书纳入到出版计划当中，故笔者倍加珍惜这次难得的机会。

本教材在编写过程中，多次向行业专家征求意见，对内容的增减进行了反复的论证；同时笔者也结合多年的教学经验，对原《录音技术》教材的内容进行了全面的修订。该教材新增了“录音中的声频信号的监测”“声频节目的监听”和“声频信号的电气接口及其线缆”三章内容；同时为了顺应行业现状及发展趋势，作者在原教材的相关章节增加了“数字传声器”“环绕声拾音技术”“新型光盘记录技术”和“数字调音台”等内容，力求使新编教材在保持系统性、逻辑性的基础上，更具先进性；另外，基于教学的规律性，新编教材保留了原教材中相当篇幅的模拟录音技术的内容，其目的是让学生和读者充分理解这些器件和设备的原理，这对读者掌握并灵活使用相应的数字声频设备是十分有利的。

本教材的编写得到了中国传媒大学录音系同仁的大力支持，在此深表感谢。另外本书的其他两位作者（哈尔滨市电视台陈即第和黑龙江省电视台孙泓）撰写其中的部分章节；录音系的杨杰老师也编写了教材的“数字硬盘录音与数字音频工作站系统”部分。同时还要感谢真力（中国）代表处的冯汉英先生、森海塞尔（中国）的陈子骞先生、传新科技技术有限公司的辛力先生、Lawo（中国）的张赛先生，以及维恩奥德的陈时颖女士等业内同仁为本教材编写所提供的大力支持。

目 录

序.....	1
第一章 概述.....	1
第一节 声音记录的基本方式	2
第二节 声频节目的制作	4
第三节 拾音技术基础	4
第四节 录音演播室电声系统的基本构成及作用	7
第二章 传声器的设计和应用	11
第一节 传声器拾音概述	12
第二节 传声器的设计原理	12
第三节 传声器的特性	16
第四节 传声器的主要技术指标	34
第五节 特殊类型传声器及其应用	42
第六节 DI-BOX 及其应用	78
第三章 传声器拾音技术	83
第一节 声级差定位的拾音技术	84
第二节 时间差定位的拾音技术	93

第三节	时间差和声级差定位的拾音技术	96
第四节	常用的多声道环绕声拾音方式	109
第四章	声音的记录及记录设备	115
第一节	磁记录基础	116
第二节	偏磁与杜比 -HX 系统	122
第三节	双声道和多声道模拟磁带录音机	126
第四节	时间码在磁带录音机中的应用	128
第五节	光盘记录格式	131
第六节	数字硬盘录音与数字音频工作站系统	140
第五章	调音台	147
第一节	调音台概况	148
第二节	调音台的结构	153
第三节	数控模拟调音台	171
第四节	数字调音台	174
第五节	数字声频工作站的一体化控制调音台	177
第六章	声频信号处理设备及应用	181
第一节	引言	182
第二节	压缩器	182
第三节	噪声门	194
第四节	均衡器	200
第五节	听觉激励器	211
第六节	延时器与混响器	214
第七节	其他常用的效果器	232
第八节	多用途数字效果器	234

第七章	录音中音频信号的监测	237
第一节	电平指示仪表	238
第二节	信号间的相位指示	242
第三节	5.1 声道节目的指示	244
第四节	响度指示仪表	245
第八章	音频节目的监听	253
第一节	监听扬声器箱与监听耳机	254
第二节	双声道立体声监听与多声道环绕声监听	256
第三节	控制室的监听设计	262
第九章	音频信号的电气接口及其线缆	269
第一节	模拟音频接口及其连接件	270
第二节	数字音频传输格式及其信号传输	273
第三节	数字音频线缆及其连接方法	276
参考书目		281

Chapter 1

第一章 概述

本章要点

声音记录的基本方式
基本的录音方式

录音演播室电声系统的基本构成及作用
基本的拾音方法

第一节 声音记录的基本方式

录音是将声学意义的声音信号，通过一定的换能方式，记录在一定记录介质上的处理过程。

通常，我们根据实际工作中声音记录介质的不同，将声音记录方式分成机械记录、磁记录 and 光学记录。模拟唱片录音就属于机械记录，它是将声音的振动参量的变化转变成记录介质上机械参量（唱片纹迹的宽度和深度等）的变化，如图 1-1 所示。磁记录则是将经过声电换能器转换来的电声信号记录到磁性材料上，并以磁性材料上的剩磁等参量的变化来表征，如图 1-2 所示。光学记录是以光学参量的变化来反映模拟或数字形式的电声信号参量，比如电影胶片上的声迹，如图 1-3 所示；还有人们所熟知的 CD，如图 1-4 所示。硬盘记录则是将数字音频信号以文件的形式，用非线性的方式记录到硬盘文件系统中，不过它仍属于磁记录方式，如图 1-5 所示。

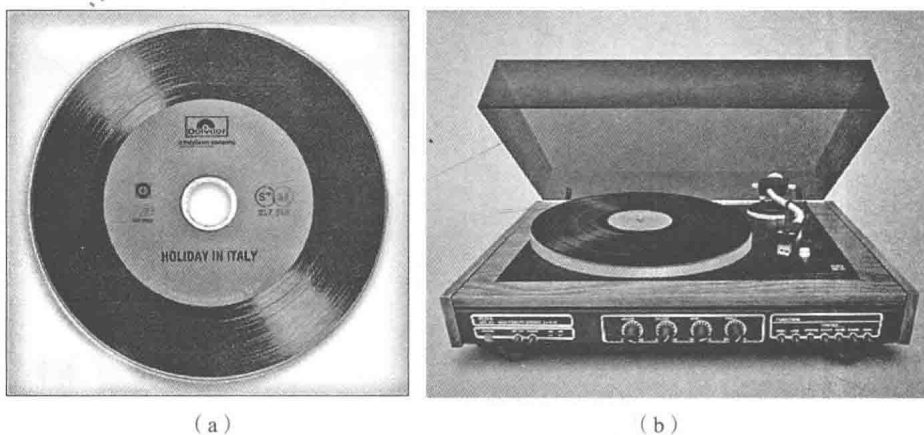


图 1-1 机械录音的实例：(a) 密纹（LP）唱片；(b) LP 重放设备 - 电唱机

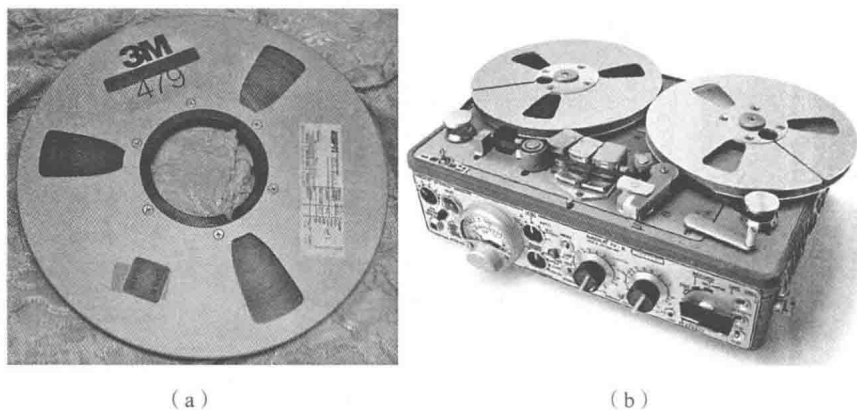


图 1-2 磁性录音的实例：(a) 开盘录音磁带；(b) 模拟磁带录音机

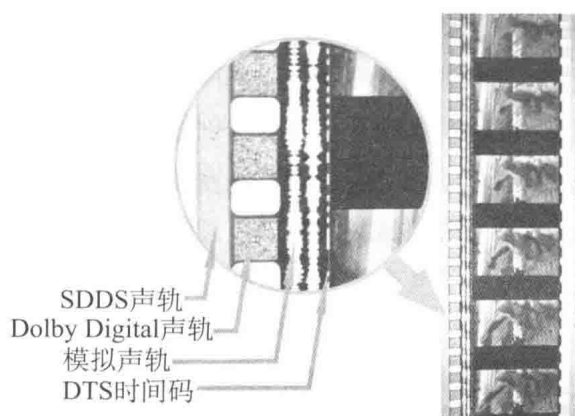


图 1-3 光学录音实例：电影胶片上记录的声迹

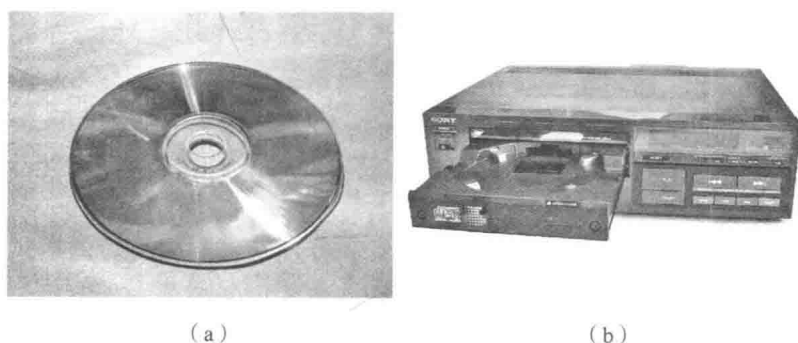


图 1-4 光学录音实例：(a) 激光唱片；(b) CD 播放机

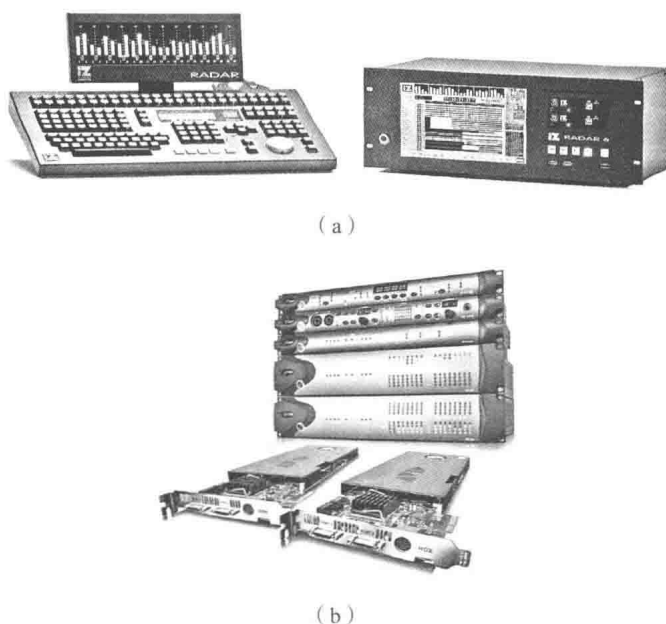


图 1-5 硬盘录音（属于磁记录方式）实例：(a) 硬盘录音机；(b) 音频工作站系统

第二节 音频节目的制作

从工作的全过程来说,音频节目制作是在一定创作意图的支配下,利用各种设备、设施,将一处或多处的声音及声场的状况,按照特定声音重放系统的要求,混合成规定的信号,以保证重放声音及声场状态能满足我们的创作意图。

音频节目制作基本上分成以下4个步骤来进行:准备工作、拾音与调音、加工与合成和记录。

录音前的准备工作主要包括对所录制节目题材的了解,熟悉录音场所的声学特点,并制定出相应的录音方案;准备好所需要的器材。

第三节 拾音技术基础

一、基本录音方法

目前使用的录音方法基本上可分为同期录音和分期录音两大类。同期录音和分期录音的区别主要在于演奏的形式。同期录音要求组成音乐各声部的所有乐器与人声同时演奏或演唱;分期录音则是将各声部分别单独进行录音,然后再将各声部按要求合成在一起。若从录音的记录形式上说,又可分成直接合成(双声道录音)和多声道录音两种。同期录音可以采用以上两种记录形式,而分期录音只能采用多声道录音。

同期录音要求各声部同时演奏,不论它们是在同一空间或是在相隔的几个不同空间内。在进行同期录音时,整个乐队可以在统一的指挥下演奏,因此,在音乐的进行过程中,容易做到对整体的把握,有利于音乐情绪的表现。特别是对旋律性表现较强的作品,如抒情的段落,音乐的轻重缓急在很大程度上受到当时演奏气氛的影响,这种情况下就适合采用同期录音。

根据录音现场的情况,同期录音又分成相同空间内的同期录音和不同空间内的同期录音两种。

相同空间内的同期录音,使各声源之间的交流更为自然,声音的融合较好,空间形象及分布也显得较自然。但是如果以多声道方式录音,则各路信号间的隔离就不太好,因而对某一声源信号进行单独补偿处理就会不太方便,而且不能轻易更改声像的安排,不能做大幅度的电平或频率补偿的改变。

不同空间的同期录音,可以提高多声道录音时各信号的隔离度,便于单独对各路信号进行加工处理,提高了节目可制作的程度。但是,由于声部间处于不同空间内演奏,各声部的声音会具有各自演奏空间的特点,这样在合成时,就容易出现多重空间感,导致各声

部间的融合性变差。

对于分期录音,由于各声部在不同时刻演奏,所以各声部之间没有串音的问题,可以灵活地对各声源信号进行单独加工处理。然而,由于各声部乐器之间没有相互协调的演奏条件,所以整体的融合性不太好,不适合进行大型管弦乐作品的录制。通常流行音乐大都要用分期录音来制作。

二、基本拾音方法

不论是同期录音,还是分期录音,采用的基本拾音方法主要有以下几种:单点拾音法、主传声器拾音法和多传声器拾音法。

1. 单点拾音法

单点拾音法是指用一只传声器同时拾取各声部的混合声音及反映演奏空间特性的混响声信号。若是立体声录音,则这只传声器应是一支立体声传声器。

利用单点拾音法录制立体声节目时,所选择的立体声传声器要与节目形式相对应。这时要考虑传声器的夹角,以控制声音舞台的宽度;选择指向性的类型,解决声源取向的问题等。一般地,单点拾音法要服从以下条件:

(1) 传声器应设置在具有自然声音平衡的位置上。为了取得这样一个平衡点,要求在布置乐队各乐器的位置时,就应考虑到是否能够形成平衡的声音。这种平衡一般包括左右声像的声音平衡,前后纵深方向上的声音平衡,以及高、低音的声音平衡等。通过调整传声器在水平方向上的位置,可以调整左右声像的声音平衡关系;通过调节传声器的高低与指向角度,可以改变纵深的平衡。

(2) 传声器应放在声场中直达声与混响声比例合适的位置上。这一点对于利用自然混响的录音来说特别重要,它决定了录音节目中各声部融合的程度和对演奏空间印象的表现程度。另外它还决定了声源声像及音色特征的清晰度。一般这个比例是通过改变传声器与乐队的距离来调节的。这个距离要根据所要求的直达声与混响声比例的大小、演奏空间的混响半径和传声器的指向性类型来决定。单点传声器拾音只能用于同期、相同空间的录音方式中。由于它能获得较自然的深度感和层次感,所以演奏形式相对固定,有较好平衡的管弦乐队录音常采用此种拾音方法。通常单点拾音的传声器设在指挥背后的上方。

2. 主传声器拾音法

这种方法是单点拾音法的改进形式,主要是针对单点拾音法在拾取大中型乐队演奏时,可能会出现某些乐器声音不够清晰的情况,或可能有些乐队演奏时自然平衡不好的情况。这种拾音法是在保留单点拾音法的整体拾音条件下,再对需要加强的声源增设辅助传声器,以便增强整体拾音的主传声器拾取信号中某一部分的分量。但应注意,主传声器所拾取的信号(与单点拾音法拾得的信号相似),在整个录音节目的信号中始终占据主导地

位,增设的辅助传声器,只是对某种信号分量起增强作用,它不应超过主传声器中相应信号的分量,而且要注意尽量少用辅助传声器,能通过主传声器达到改变拾音效果的,就应尽可能避免增设辅助传声器。通常设置主传声器应注意以下几点:

(1) 主传声器电平要大于辅助传声器的电平,以确保主传声器信号的主导地位。这样可以使录音节目仍保留单点拾音法的特点。同时由于增设了辅助传声器,因而可以得到更清晰和稳定的声源声像和音色特征。

(2) 在传声器选择上,主传声器的灵敏度和频响、动态等都要求较好。辅助传声器的灵敏度可以不那么高,它主要是用来拾取直达声与混响声比例较大的信号。

(3) 主传声器的设置与单点拾音法相同。辅助传声器的设置,要避免辅助传声器之间过多的重叠(指拾音范围的重叠)。同时在声像控制上,辅助传声器信号的声像应服从主传声器所建立起的声像,与它重合。否则不仅达不到增强的目的,还会使声音变得混浊不清。

主传声器拾音法具有自然的空间深度与层次感,以及和谐的整体性,同时又具有清晰的声像和音色特征。它也适用于相同空间同期录音方法的拾音。

3. 多传声器拾音法

多传声器拾音法,就是利用多只传声器(同时或分时)分别拾取各不相同的某一部分声音,通过人为加工处理后,合成为一个统一的节目信号。由于提高了可制作性,对于一些配器不甚理想、自然平衡差的音乐,用这种方式来拾音效果较好。

在多传声器拾音方法中,按演奏空间设置的不同,又可分成:全封闭多传声器拾音法、半封闭多传声拾音法和不封闭多传声器拾音法三种。

(1) 全封闭多传声器拾音法:该方法是将声源的各部分用封闭的隔音房间完全隔离开,使各部分间的串音最小,信号可完全独立地进行加工处理。

(2) 半封闭多传声器拾音法:该方法只对各声源作部分隔离,允许存在一定量的串音,故信号间的独立性不如全封闭形式,处理起来灵活性稍差。但它对录音场所的要求下降了。传声器选择上主要选用指向性相对较强的传声器,并且以近距离拾音为主。

(3) 不封闭多传声器拾音法:该方法对各声源之间不加任何的隔离,仅通过传声器的选择(灵敏度与指向性)和设置(拾音距离及拾音方向角)来取得声源之间的相对隔离。所以这种方式的拾音对节目质量的影响很大。在采用这种方法拾音时,应注意以下两点:

①提升或衰减本路信号,不会影响其他路信号在整个节目中的作用。

②改变本路信号的声像位置,不会引起其他信号的声像变化。

因此,在安排各声源的演奏位置时,应将声源各部分拉开一定的距离,以提高隔离效果;在位置安排上,要考虑到声像设计的要求,尽量做到声像设计与现场位置安排的一致性;提高直达声信号的相对比例,故应采用心形或超心形的传声器进行近距离拾音;各路信号的强弱程度应大体相当,不可相差太悬殊。

总之,多传声器拾音方法的目的就是要提高各声部信号间的隔离度,增加它的可制作性。

在实际拾音中,并不一定局限于这3种方法,也可采用这3种方法的混合形式,充分发挥各自的特点,为制作出好的节目奠定良好的基础。

第四节 录音演播室电声系统的基本构成及作用

所要记录的声源,其所处的声学环境多种多样,有些环境是在声学条件良好的空间,比如录音演播室、音乐厅等;有些则是声学条件一般,甚至是很差的环境,比如机场、车站,乃至嘈杂的室外。根据所要录制的声源特点及其所处的声学环境,我们会制定出录音的方法,组建一个录音系统。本节以分期多轨音乐录音为例,阐述针对此类应用的录音演播室电声系统的构成。

一、录音棚系统的基本构成部分

(1) 拾音和音源设备。这其中包括传声器(动圈传声器、电容传声器和其他特殊类型的传声器,如立体声传声器等),线路输入的重放设备(用来重放已录的声音素材、音效素材等,如CD播放机等),电声或电子乐器(MIDI合成器、合成音源等,通过DI-BOX连接的电声乐器等)。

(2) 电声信号的分配、控制和处理设备。这部分设备主要有调音台和各种声音处理设备(压缩器、限制器、延时器、混响器、激励器,以及其他的效果处理设备)。其中调音台起到信号的分配、电平调整、声像调节和为周边设备提供激励信号等目的。

(3) 记录和重放设备。记录设备主要是多轨记录设备(多轨磁带录音机、多轨音频工作站或其他类型的多轨记录设备),它主要是完成分期多轨录音的前期录音的素材记录;母带记录设备,指双通道或5.1声道的记录设备,主要用来完成缩混节目的记录。重放设备主要指监听音箱和监听耳机。监听音箱根据制作节目的类型,可以配置成2.0(双声道立体声监听)或5.1(5.1多声道环绕声)形式。

(4) 其他设备。主要包括电源系统(为电声系统工作提供稳定的电能)、通话系统(节目录制过程中的通信联络或网络化演播室之间的联络)、网络化设备(主要用来进行节目素材的传输和控制信息的传输)、视频监视设备(用来制作视频节目的音频时使用),以及空调设备等。

图1-6所示的是分期多轨录音演播室的电声系统组成框图(图中略去了上文提到的其他设备部分)。

二、分期多轨节目的录制流程

(1) 根据所要录制的节目形式确定录音的方案、次序等。确定所要使用的传声器的基本情况,检查传声器与调音台的连接是否正常,保证信号传输正常。

(2) 根据节目音源的情况,确定传声器的基本位置(高度、与乐器的相对角度、传声器之间的相对位置等,根据乐队或拾音的范围等因素确定立体声主传声器的位置)。

(3) 在调音台上分别对每只传声器拾取的声音进行初步的调整和确认(包括调音台输入电平的调整,串音的简单处理等)。

(4) 根据事先确定好的录音方案和次序,依次将不同的乐器声源分别记录到多轨记录设备的不同声轨上。一般是先录制节奏乐器或乐器组,然后是旋律乐器,之后是主唱,伴唱等,最后录制色彩乐器,但可根据具体情况调整录制顺序。

以上完成的是分期录音的前期素材录制工作,其中的录制原则是在信号不失真的前提下尽可能地将每个信号录得“大且平”(即将信号录的响,不加任何的音色加工处理,为减小串音和噪声而采用的其他处理除外)。

(5) 将多轨记录设备记录的多轨素材返回到调音台,根据创作和录制人员对作品的理解来对多轨信号进行缩混合成,其中要根据需要利用各种效果设备对不同的声轨进行音色加工处理,调整声像,建立起立体声或环绕声声场。

(6) 利用监听设备仔细调整,进行母带处理,将最终的合成节目记录到立体声或环绕声记录设备上。

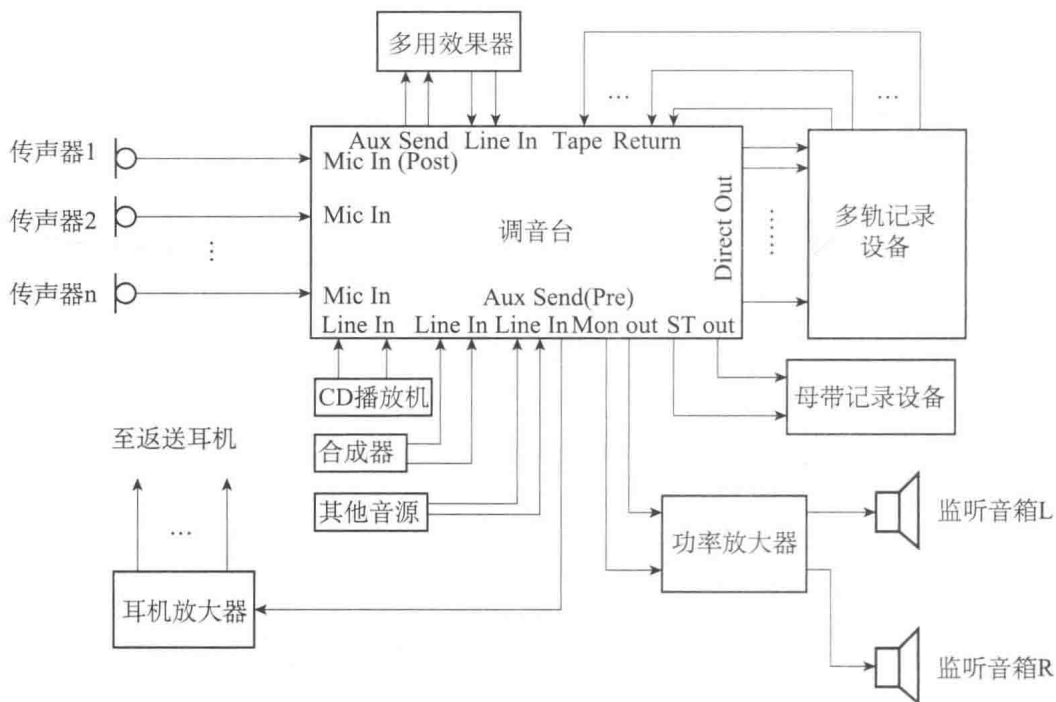


图 1-6 分期多轨录音演播室的电声系统组成框图

■ 本章复习与思考

1. 简述分期分轨录音演播室的电声系统组成，并结合电声系统框图进行说明。
2. 声音记录的记录方式有哪些？试举例说明。
3. 简述同期录音与分期录音的特点。
4. 常用的传声器拾音方式有哪些？各有何特点？