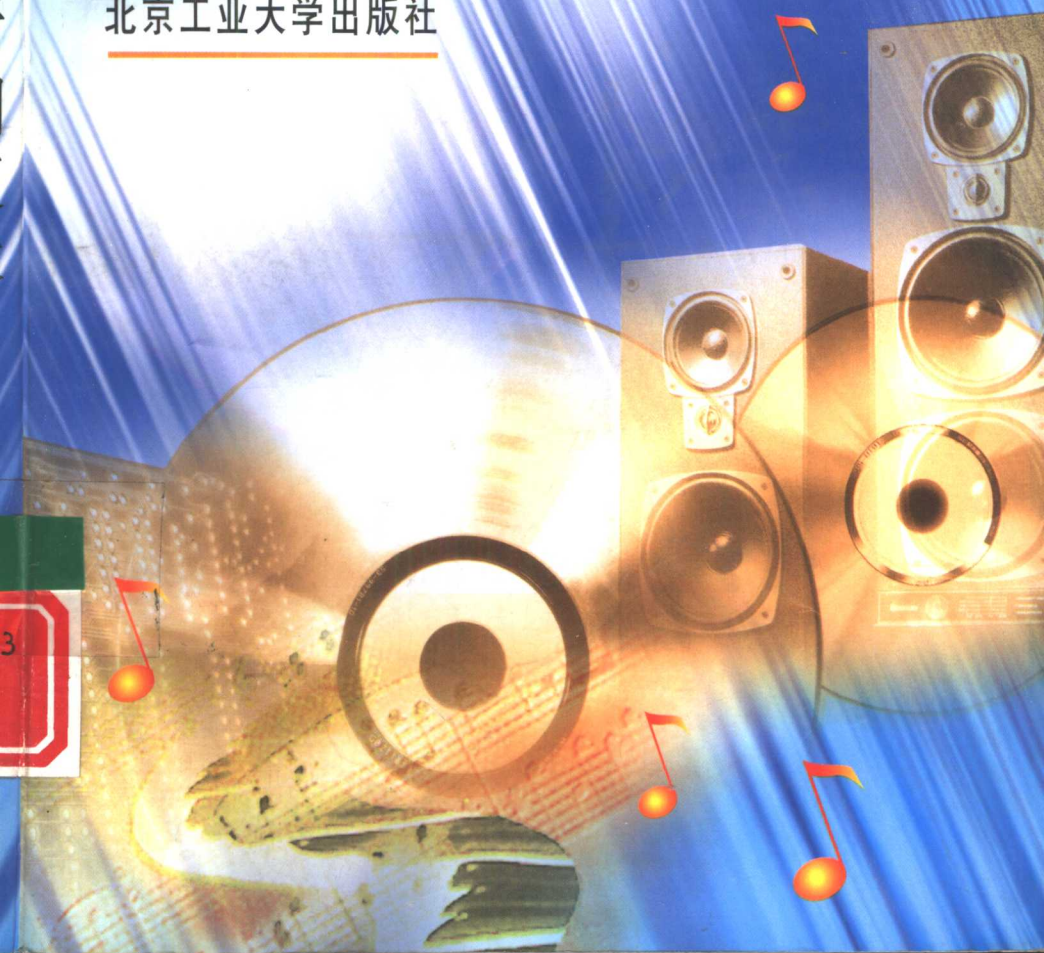


录音、调音与 音响技术

胡 隆 许静波 编著

北京工业大学出版社



录音、调音与音响技术

胡 隆 编著
许静波

北京工业大学出版社

录音、调音与音响技术

胡 隆 许静波 编著

※

北京工业大学出版社出版发行

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

※

1999年2月第1版、1999年2月第1次印刷

850 mm×1168 mm 32开本 115印张、287千字

印数 1~4000册

ISBN 7 5639 0742-4/13 190

定价 17.00元

前 言

声音是人类传递信息、交流情感的重要载体。语言和音乐又是人类文明的主要标志。然而声音稍纵即逝，记录声音一直是人们孜孜以求的目标。这种愿望直到 1877 年才得到实现：爱迪生发明了留声机。石蜡做成的圆筒和钢针竟然把歌声“留”了下来，人类第一次实现了声音的记录与重放；后来圆筒改进了圆盘。直到现在，当人们自豪地拿出光彩夺目的 CD 唱片或 VCD、DVD 光盘的时候，所做过的事在本质上和爱迪生所做的并没有区别：在圆形的载体上，把尽可能多的声音真实地记录下来并加以重放。成千上万的人致力于录音事业：科学家们探索着一个又一个有关声音的规律；工程师们构思着一件又一件器件和设备；千百万个家庭里摆放着各式各样的电唱机、录音机、激光唱机和音箱。录音技术为社会的进步做出了巨大

贡献，人们享受着录音技术所带来的每一个成果。录音技术来源于生活，服务于生活，成为人类社会一日不可缺少的重要工具。

录音技术千变万化，发展轨迹可以归纳为 3 条：一是从机械方式发展到电磁方式再到电、光、磁记录方式；二是从单声道方式发展到双声道平面方式及多声道立体声环绕方式；三是从模拟方式发展到数字编码方式。技术发展的原动力是社会的需求。高保真技术体现了人们对原始真实声音的追求；高密度存贮技术反映了人们要求长时间重放；环绕声场技术是为了满足聆听的现场感受。此外，如小型化、大功率、影音结合等一系列技术指标都是根据社会实际需要的变化而得到开发。在广播、电视及音像制作等专业领域，新颖录放音设备不断替换陈旧的设备。在民用消费领域，组合音响和家庭影院系统的各种产品更是精彩纷呈。人们对录音和音响方面的知识总是跟不上快速前进的步伐，实际从事录音和调音工作的人们希望对技术细节有进一步的了解，而广大音响爱好者更是希望有深入浅出的介绍，以助于他们扩大对有关知识的掌握。正是出于这样的目的，我们编写了这本书，以满足读者对录音、调音以及音响知识的学习要求。

本书的撰写遵循以下 3 条原则：既要阐述基本知识，又要讲解这些知识在录音和调音中的应用；既要介绍最新的先进技术，又要体现录音技术发展的历史轨迹；既要讲述技术指标和技术术语，又要联系实际介绍具体使用和操作方法。据此原则，本书前二章以较大篇幅向读者展示一系列专业录音和扩音系统以及正在流行的家庭影院系统，让读者对现实的录音、音响系统有一个相对全面的了解；第三章则以较小篇幅补充最基础但又很必要的声学原理；接下来二章顺势介绍常用的模拟化设备与器件：从声源设备到调音设备且侧重于设备的应用；第六、七两章又以较大篇幅集中介绍专业化的数字录音设备及数字影音设备，有理论有实例，均以引进的最新型号设备为介绍对象；最后介绍一些常用线材与接

插件。我们相信上述内容的编排有利于读者由浅入深、由表及里的阅读。需要说明的是，第六、七两章由于讨论数字录音设备，内容均涉及电脑使用方面的术语，如编程、界面、图标等，需要读者结合微机应用的知识加以综合理解。

本书由胡隆设计编写大纲，撰写第一章（部分）及第二、三、四、五、七章和前言；许静波撰写第一章（部分）及第六、八章，最后由胡隆统稿合成。本书内容取材于多年《录音技术》的教学积累和音像制作实践经验。许多内容借鉴正在实际使用的设备型号和品牌，当然也参考了制造厂商的技术文件和美国《Audio》杂志所介绍的材料。本书还尽可能结合我国实际，提倡使用国产品牌的音响设备。作为中国录音师协会的两位成员，作者深情地关注着我国录音事业的进展，渴望民族音响工业有一个长足的进步。为此，必须普及录音技术和音响知识。本书的出版，也算是作者为振兴祖国录音事业所作出的微薄贡献。

本书可供从事广播、电视、音像制作方面的工作人员以及歌舞厅调音师、录音师、音响器材营销人员阅读，也可供媒体制作、广电工程、教育技术（电化教育）等专业的大、中专院校师生参考。本书从规划到完稿花费了一年时间，中间几经易稿，方案就改了三次。但是，毕竟学术水平有限，见识不广，加上教学、生产任务繁忙，书中恐难免有错误或疏漏之处，恳请读者指正与谅解。

作者

目 录

第一章 录音与调音	(1)
一、如何选定录音方案.....	(3)
二、录音系统的构成	(13)
三、现场扩音与调音	(29)
四、数字录音新形式——数码音频工作站	(42)
第二章 家庭影院系统的基本构成	(49)
一、杜比定向逻辑环绕声系统及 THX 系统	(51)
二、DSP 数字声场处理技术	(56)
三、AC-3 杜比数字环绕声系统	(58)
四、几款家庭影院中的功率放大器	(64)
五、家庭影院中的彩色电视机	(74)
六、家庭影院系统中的音箱	(86)
七、家庭影院系统的配置目标与方式	(94)
第三章 古老而又新鲜的话题——声音	(105)
一、声音的客观描述.....	(106)
二、声音的主观感受.....	(113)
三、环境对录音和调音的影响.....	(122)
四、电声设备的基本技术指标.....	(128)

第四章 传统声源设备的选择和使用	(135)
一、传声器.....	(135)
二、录音卡座的新功能.....	(154)
三、电唱机和电唱盘.....	(166)
四、开盘式录音机.....	(173)
第五章 模拟式调音台	(184)
一、TOA-124 立体声调音台	(185)
二、TL-1202 立体声调音台.....	(195)
三、调音台的基本使用方法.....	(203)
第六章 电脑编程数字化多声轨调音台	(209)
一、概述数字调音台.....	(210)
二、声像相位及录音实例.....	(238)
三、均衡器 (EQ)	(240)
四、效果器.....	(244)
五、动态处理器.....	(248)
六、调音场景记忆.....	(259)
七、数码调音台和录音系统配置的几种模式.....	(264)
第七章 数字化视听设备的新进展	(268)
一、关于数字化视听媒体的探讨.....	(270)
二、音视频数字信号处理技术的进展.....	(279)
三、从 CD 到 VCD: 红皮书和白皮书	(289)
四、VCD 播放机的使用方法	(295)
五、新世纪影音载体——DVD	(307)
六、多媒体电脑对影音光盘的播放.....	(329)
第八章 音响附件——电缆和接插件	(343)
一、接插件.....	(343)
二、音频电缆.....	(353)
三、如何合理选用音响线材.....	(357)

第一章

录音与调音

录音技术是一门应用技术。人类成功地实现声音记录还只是近 100 年的事。进入 21 世纪，摆在我们面前的录音媒体真是琳琅满目、数不胜数，例如，胶木密纹唱片（LP）、盒式磁带、激光唱片（CD）、微型激光唱片（MD）、卡式广播用录音磁带、开盘式磁带、数字式磁带（DAT）以及计算机外设中的磁盘、硬盘工作站等。录音媒体的设计、制作和出版、发行已经成为一个巨大的产业，世界上形成了许多以出版销售录音节目为赢利手段的跨国集团，如宝丽金（Poly Gram）国际唱片集团公司、贝塔斯曼国际唱片集团（BMG）以及英国 EMI 唱片公司等，详见表 1-1。

就录音节目制作过程来说，从准备阶段开始一直到录制完成，每个录音师都要经历

表 1-1 国际著名录音媒体出版公司一览

主要集团名称	下属主要成员名称	传 播 内 容
宝丽金国际 唱片集团 (Poly Gram)	DGG 德国唱片公司 Decca (英国迪卡) 唱片公司 Philips (荷兰飞利浦) 公司 Mercury (麦克尤里) 唱片公司 Telarc (美国特拉克) 唱片公司 宝丽金香港公司	古典名曲、歌剧 古典名曲 轻音乐 经典名曲 电影音乐 港台流行歌曲
贝塔斯曼国 际唱片集团 (BMG)	RCA 唱片公司 (美国广播唱片公司) HK 唱片公司 (香港唱片公司) Eurodisc (尤罗迪斯) 唱片公司 Naxos (那索斯) 唱片公司 Arista (美国阿里斯塔) 唱片公司 现代 (香港) 唱片公司	古典及流行乐曲 中国古典民族音乐 古典音乐 斯拉夫古典乐曲 欧美流行歌曲 港台流行歌曲
其他公司	EMI (英国百代) 唱片公司 ERATO (法国依拉托) 唱片公司 BIS (瑞典) 唱片公司 JVC (日本) 公司	古典及流行音乐 古典名曲 古典名曲 古今名曲及自然音响

拾音、监听、调音、合成、审听、剪辑、复制等工艺环节。其中调音工作又是录音过程中的一个重要环节。所谓调音，就是录音师在录音现场，根据节目的要求、声源及环境的实际状况，通过调音台对录音时的音量、音质和效果进行的实时控制。本书之所以要把调音作为重点内容介绍，不仅因为调音是录音过程中的一个重要环节，还因为调音是现场扩音的重中之重。

大型的演出活动、会议以及娱乐厅堂的演唱都离不开调音。有

些单位花巨资配备了很好的音响设备，却往往由于不能很好地调音而造成声场混乱、效果低下。巨大的投入，得不到相应的回报。这就说明调音师工作的重要。针对这种状况，各地劳动部门已把培训调音师作为对劳动著岗前培训的一项任务，各种调音师培训班开办起来了，青年人也希望自学调音技术。因此，原先属于录音工艺过程中一个重要环节的调音技术，已成为现场扩音调音师的工作内容。本书也是针对社会这一需要而撰写的，本章就重点介绍录音的工艺过程和调音技术的主要要求。

一、如何选定录音方案

1. 如何做好录音准备工作

(1) 选定录音方案

录音按照所录对象的不同可以分为：语言录音和音乐录音；按照录音场合的不同可分为：现场录音和专业录音棚录音；按照录音用途来分，有影视录音、新闻录音、会议录音、教学录音等。在制作录音节目的开始阶段，必须针对不同类型的节目要求，确定录音节目形式，详见表 1-2。

表 1-2 录音节目的不同形式举例

录 音 节 目 类 型	节 目 形 式
新闻类节目	录音访谈，录音新闻，录音专题
文艺类节目	电影录音剪辑，影视对白和旁白，配乐诗歌，配乐散文，音乐或戏曲录音
经济服务类节目	广告词，旅游景点介绍，展台产品介绍
教学类节目	语言听说录音，课文朗读，对话练习

针对不同类型的节目，设计出录音方案（又称录音计划）。录音方案包括以下内容：节目名称、长度（分钟数）、灌音人、音乐素材名称、文稿全文以及各段落、句子间隔的长短、是否采用效果声的说明等。效果声可以采用现场录制的声音如汽车飞驰而过的声音，也可采用拟音的办法，即用人工手段如用话筒在风扇前慢速转动可以拾取汽车风掣而过的声音。在语言教学类节目，常用短促的“嘟”声来分隔教师的问句，等待学生的回答。这样详尽写明的文稿是完成录音节目所必不可少的文字素材。

（2）根据节目内容选定灌音人

选定合适的灌音人也是节目成败的关键。儿童节目的灌音人必须具有圆润优美的音色，过分干涩和苍老的声音或者恐怖、激烈的音响效果声对儿童健康成长是不利的。电影录音剪辑的灌音人，必须具有深厚的知识基础，并对影片的历史和文化背景有一定了解，这样的灌音人所做的解说才会声情并茂，感动听众。

（3）注意录音环境、设备及录音技巧

录音环境和设备是节目制作的硬件和物质保证。专业录音通常都在专业录音棚内进行。室内和室外录音时环境的影响是十分明显的。有些电视剧单纯为节约成本，大量采用现场录音而省略了后期配音的环节，这样做会造成节目音质差、杂音重。特别是有些在海边、山林拍摄的场景戏，由于风速大，气流急，录音时话筒里灌满了环境噪音，观众听不清人物对白，只听到在“呼啦、呼啦”的风声中，有人时轻时重的说话声，这就会影响节目效果。有人说，这是“临场感”强的表现。试问，缺少了语言清晰度，无法理解剧中人所表达的情感，这种“临场感”还有什么现实意义？所以，在室外拾音时，话筒要加防风罩。对现场对白同期录音效果差的节目，可适当加录后期配音，提高录音节目的质量，保证语言对白的可懂度。另外，在设备选用上，必要从实际出发。语言类录音由于人的语言频率响应范围很窄，只有 100~5 000 Hz，

因此,话筒、录音机、磁带的选择都比较简便。而对于交响乐的录音要求则完全不同,不但要求大的动态范围,例如 80~90 dB,而且频率响应也应是全频段的,即 16 Hz~20 kHz 为最好。

总之,在录音的准备阶段应当做好素材准备(包括文字素材、音乐素材、效果声素材)、灌音人准备、场地和设备的准备。只有充分的准备才能录出好的节目。

2. 录音前期工作——拾音与监听

(1) 拾音方法与播音技巧

一开始录音就是摆放话筒。话筒(传声器)是整个录音系统的前端,有人把它比作画师的画笔。面对声源摆放话筒的工作称为拾音。相关的技术称为拾音技术。关于话筒的技术指标及分类本书将在第四章第一节详细介绍。这里介绍拾音技术的基本方式及注意事项。

语言声拾音要点是提高清晰度。为此,实际应用时,话筒高度必须低于嘴部,话筒距离口部 10~30 cm,讲话气流方向与传声器声轴方向偏离 15°左右;室外要加防风罩,传声器设有 M—V 挡选择时,应选 V(Voice 话语)挡;室内混响声不宜大于 0.5 s(秒),这些都是为了保证语言的清晰度。

音乐录音的前提是录音师必须对所录的音乐或戏曲有深刻的理解,特别对作品的配器和和声有全面的了解;才能使节目层次分明,声像清晰。对合唱队拾音,单点法使用一个传声器,距离 2.5 m(米)左右,主传声器法还可加各个声部传声器,分别距声部队员 0.5 m 左右。这样拾音既可体现整体又能反映各声部特点。对弦乐器拾音,如是小提琴和中提琴则应将传声器置于乐器上方 1 m 左右,距离为 1.5 m 左右,如是大提琴则应离开 2 m 左右。对铜管乐器拾音则应使传声器在接近乐器高度并相距 60~90 cm 处拾音。对钢琴拾音当钢琴盖撑起时,传声器应悬于钢琴中部

正上方处拾音。总之，对乐器或乐队的拾音有多种方法，要结合房间的混响和各传声器以及乐器的特点拾音，例如钢琴面积大可采用几个传声器进行拾音。为了保证音乐节目中的高频成分，盘式录音机要设置在高速挡，如 38.1 cm/s 或 76.2 cm/s，而不要选用 19.05 cm/s 的低速挡。

立体声录音方式是现代音乐录音中的常用方式，常见以下三种形式，即 A-B 制、X-Y 制和 M-S 制。“立体声”的概念是声音的方位感和声像的分布感。听者不认为声音是从某个“点”发出的，而是具有一个较宽的范围，如同舞台上乐队的分布那样。立体声录音就是利用几个一定指向性的传声器加以组合后对声源进行拾音，这样可实现声音重放时的声像展宽效果，达到立体声重放的目的。

(a) A-B 制拾音方法。选取 A、B 两个性能完全相同的传声器拉开一定距离（视声源宽度而定，范围为十几厘米到几米），它们可具有同为全向或同为单向的指向特性。

由图 1-1 可知，声源中的各个部分到达 A、B 两个传声器的距

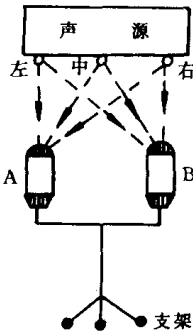


图 1-1 A-B 制
立体声拾音方法

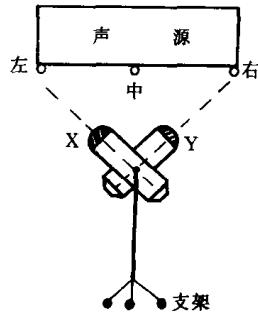


图 1-2 X-Y 制
立体声拾音方法

离是不一样的（除图中声源中央部分外）。例如，左边声源到 B 话

筒距离大于到 A 话筒的距离。因此，A 传声器重放声中的信号显然反映左边声源部分较多。所以，重放声中造成了一定的强度差、时间差和相位差，即造成重放声场中，左右强、中间弱的声像“展宽”现象。这种“中间弱”的现象随 A、B 话筒距离增加而加重，形成中间“空洞”形式的重放声场，这不符合重放声要求，这时，可采用在 A-B 中间加设单向传声器的方法来弥补。A-B 制录音方式虽然结构简单，使用方便，但由于会产生中央“空洞”现象，所以现在较少采用。

(b) X-Y 制拾音方法。选取两只性能完全一致的传声器上下紧密排列。两只传声器的指向性主轴相夹一定角度，指定指向性偏左的传声器为 X 传声器，重放时输入左声道；指向性偏右的传声器为 Y 传声器，重放时输入右声道。由于两只传声器靠近而使声源左中右各部分到达 XY 时的时间完全一致，不存在时间差和相位差，但是由于指向性的偏离，所以依然存在强度差。采用 X-Y 制拾音后的信号重放效果要比 A-B 制的真实感强。X-Y 的夹角可在 $90^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 之间调节。

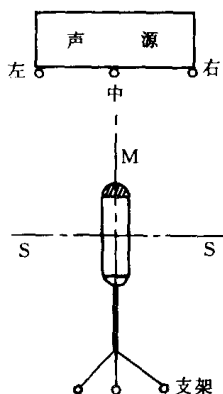


图 1-3 M-S 制
立体声拾音方法

(c) M-S 制拾音方法。结构上类似 X-Y 制方式。采用两只传声器上下紧密排列在一起，只是一只传声器的指向对准声源的中线，而另一只传声器的指向性为双向（8 字形）的且和第一只传声器指向轴成 90° ，如图 1-3 所示。此时，前向的 M 传声器拾取整个声源的信号，而 S 传声器则拾取声源两侧的信号，然后把这两种信号连接到一个称为加法器的混合电路中可输出声源左声道和右声道的信号来，如图 1-4 所示。

(2) 内容监听和技术监听

在录制前期还需做好调音工作和监听工作。录音过程中的调

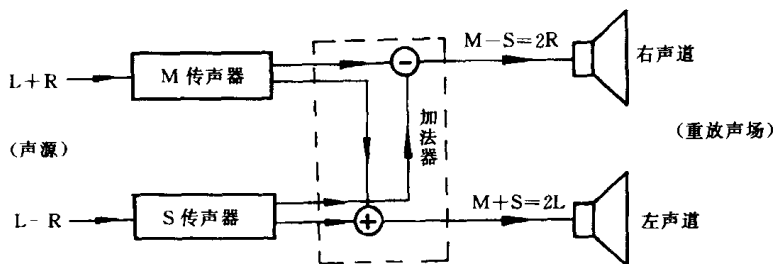


图 1-4 M-S 制方式实现双声道立体声重放示意图

音和监听与扩音工作中的调音和监听是非常类似的。我们把对音量、音质和效果的调节技术集中放到本章第三节调音中去详述，这里集中介绍监听技术。在录音过程中，监听技术包括两个方面：内容监听和技术监听。

(a) 内容监听是指录音师对照录音方案中的文字稿或乐谱，使用监听扬声器或耳机实时监听录音信号中的内容是否符合编导要求，其中包括文字及乐曲的内容、节奏、速度、间隔、音调、拖腔、停顿等，发现问题要及时调整。监听时，调音台可能具有监听按钮，帮助监听人员选择录音输入通道中的某一路信号内容或总的合成信号内容；总的合成信号又可选择带前（尚未录入磁带）或带后（已录在磁带上）的信号。如果需要停顿重录信号，则应将录音带倒至合适位置再行录音，或者顺延重录，将来再将错误的重复部分剪辑掉。

(b) 技术监听主要要注意录音过程中的音量突变部分以及灌音人在录音过程中所发出的杂音，如牙齿碰撞声、翻动书稿声、衣服摩擦声、话筒移动声等。另外，某些发音如辅音中的 p、t、c、z、ch、zh 等由于气流作用而造成某种“破碎”的声音也应在监听中注意发现并加以纠正。设备老化，录音室内外噪音也可能对录音造成影响。在有些调音台上有“交流哼声”切除按钮和“嘶声”切除按钮技术监听时，可利用调音台切除功能消除杂音。

3. 录音后期工作——审听与剪接

前期录音工作完成了把文字素材、音乐素材和效果素材的初步合成，这样的录音带虽然经过实时监听，仍然会存在这样或那样的问题，例如，可能包含有重复部分、错误部分、杂音部分。其中有的要剪掉，有的要重录，有的可能要增加内容，有的空白间隔太长要缩短等。所以，这样合成的录音节目带处于尚未定型的状态，可称为素材母带。

对素材母带进行再加工的过程称为编辑，它又可分为以下两个方面的工作：即审听与剪接。审听就是把素材母带按顺序在指定的录音机上从头开始重放一遍，由责任编辑及录音师对其中的错、漏、补、删、改的地方用记号笔或电子计数器加注可以识别的标记。剪接则是使用手工剪刀或机附剪刀在标记处加以切断，并使用专用的粘结带从磁带的背面加以联接或加接新的空白带，对素材母带进行改编。

剪接磁带要使用非铁磁材料制成的刀片或剪刀（如不锈钢或铜质材料的剪刀）。为了割断处的平整常使用铣有与磁带等宽凹槽的接带器——许多专业开盘式录音机上均附有此槽。槽上刻有与磁带方向成 90° 、 60° 或 45° 的线纹，供切割时比照。具体操作方法如下：

(a) 找准剪接点。放松压带轮或把磁带松至压带轮外让磁带沿放音磁头来回移动，从监听耳机中传出的声音中辨别出杂音的位置，用白色或黄色记号笔在杂音所在位置进行标志，记号自选。

(b) 剪接磁带。把磁带适当放松后，让标注记号的部分放入接带器的带槽内，记号面向上（即信号面的背面向上）。让记号对准切割线纹，用无磁性刀片沿线纹将磁带切断，此时杂音部分的磁粉已被剪除。可用专业粘接胶带将切缝处重新粘接起来，即不留空隙，也不要重叠。用无磁性小剪刀修整带侧可能出现的毛边，